

DIAGNOSE ECOLOGIQUE SOMMAIRE

DU LAC SEPT-ILES

RAPPORT PRESENTE
A LA VILLE DE SAINT-RAYMOND
ET
L'ASSOCIATION DES PROPRIETAIRES DU LAC SEPT-ILES

Mars 2008



**Corporation d'aménagement et
de protection de la Sainte-Anne**
111-1, route des Pionniers
Saint-Raymond (Québec) G3L 2A8
Tél. : (418) 337-1398 ; Téléc. : 338-1311
capsa@capsa-org.com
www.capsa-org.com

Équipe de travail

CAPSA

<i>Chantal Leblanc :</i>	Réalisation, supervision, recherche, rédaction et cartographie;
<i>Véronique Cantin:</i>	Soutien technique

Bénévoles

<i>Claude Plamondon :</i>	Prêt d'embarcation, accompagnement;
<i>Denis Cayer :</i>	Planification, prêt d'embarcation, accompagnement;
<i>Florent Laberge</i>	Recherche et documentation;
<i>Jacques A. Bilodeau</i>	Accompagnement, photos, relevés, recherche et documentation;
<i>Luc Genois</i>	Accompagnement, échantillonnage;
<i>Michel Fleury</i>	Planification, accompagnement, recherche, échantillonnage et logistique;
<i>Pierre Gauvin</i>	Prêt d'embarcation

Remerciements

La CAPSA tient sincèrement à remercier tous les membres du comité environnement de l'Association des propriétaires du Lac Sept-Iles (APLSI) et plus particulièrement M. Michel Fleury responsable du comité, pour sa participation active et implication constante tout au long de la réalisation des travaux de diagnose. Nous aimerions également souligner l'implication de MM. Florent Laberge, Pierre Gauvin, Denis Cayer, Jacques A. Bilodeau, Alain Thériault et Claude Plamondon du bureau de direction de l'APLSI pour leur soutien, disponibilité et/ou prêt d'équipement ainsi que M. Tremblay de la rue Jean-Joseph Est et M. Luc Genois résident de Saint-Raymond qui auront permis de compléter adéquatement cette diagnose écologique sommaire.

À un autre niveau, la CAPSA aimerait également souligner l'excellente collaboration de la Ville de Saint-Raymond au cours des travaux et particulièrement des représentants du service d'urbanisme de la municipalité.

Finalement, nous aimerions remercier MM Christian Corbeil et Daniel Néron du Groupe Hémisphères ainsi que M. Michel Pilon de la MRC de la Jacques-Cartier pour leur précieuses informations.

Référence à citer

LEBLANC, Chantal. *Diagnose écologique sommaire du Lac Sept-Iles. Rapport final.* Corporation d'aménagement et de protection de la rivière Sainte-Anne (CAPSA). Saint-Raymond, mars 2008, 59 pages, 7 annexes.



Table des matières

	Page
Équipe de travail.....	i
Remerciements.....	i
Table des matières.....	ii
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Contexte	1
1.2 Objectifs.....	1
1.3 Description du territoire	2
1.4 Problématique.....	3
1.5 Notions de limnologie.....	4
2.0 METHODOLOGIE	8
2.1 Recherche et documentation	8
2.2 Échantillonnage	8
2.2.1 Physico-chimie	10
2.2.2 Seston	11
2.2.3 Cyanobactéries	12
2.3 Caractérisation du littoral	12
2.4 Caractérisation de la bande riveraine	13
2.5 Rivière Gosford	14
2.6 Installations septiques.....	14
3.0 RESULTATS.....	15
3.1 Caractéristiques physiques	15
3.1.1 Géologie	15
3.1.2 Morphologie	15
3.1.3 Hydrologie	16
3.1.4 Cartographie	17
3.2 Qualité de l'eau	21
3.2.1 Température	21
3.2.2 Oxygène dissous	24
3.2.3 Conductivité	27
3.2.4 Alcalinité et pH	28
3.2.5 Transparence	30
3.2.6 Éléments nutritifs	31
3.2.7 Turbidité et matières en suspension (MES)	37
3.2.8 Minéraux	38
3.3 Caractéristiques biologiques	39
3.3.1 Chlorophylle a	40
3.3.2 Seston	41
3.3.3 Cyanobactéries	41
3.4 État trophique	43
3.5 Caractérisation du littoral	46

3.5.1 Envasement	46
3.5.2 Macrophytes	48
3.6 Caractérisation de la bande riveraine	50
3.7 Situation de la rivière Gosford	53
3.8 Portrait des installations septiques autour du lac et de ses îles	54
4.0 CONCLUSION	55
4.1 État global du lac Sept-Iles	55
4.2 Recommandations	56
5.0 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET MEDIAGRAPHIQUES.....	60

Liste des annexes

Annexe 1 : Certificats d'analyse de la qualité de l'eau

Annexe 2 : Certificats d'analyse des cyanobactéries et cyanotoxines

Annexe 3 : Fiches synthèse du Réseau de surveillance volontaire du Lac Sept-Iles (RSV-lacs), 2002-2003.

Annexe 4 : Relevé détaillé des profils d'oxygène dissous et de températures pour les lacs Sept-Iles, des Aulnaies et aux Chiens.

Annexe 5 : Données brutes, caractérisation du littoral, lacs Sept-Iles et des Aulnaies.

Annexe 6 : Données brutes, caractérisation des berges, Lac Sept-Iles et des Aulnaies.

Annexe 7 : Liste non-exhaustive des plantes aquatiques répertoriées pour les lacs Sept-Iles et des Aulnaies.

Liste des cartes

	page
<i>Carte 1 : Localisation du Lac Sept-Iles dans le bassin versant de la rivière Portneuf</i>	3
<i>Carte 2 : Bassin versant du lac Sept-Iles</i>	18
<i>Carte 3 : Carte bathymétrique du Lac Sept-Iles (FAPEL, 1990)</i>	19
<i>Carte 4 : Localisation des fosses (mesures physico-chimiques et biologiques)</i>	20
<i>Carte 5 : Localisation des stations de relevés pour le littoral</i>	20
<i>Carte 6 : Caractérisation des berges</i>	20
<i>Carte 7 : Point d'observation de la rivière Gosford</i>	54

Liste des figures

<i>Figure 1 : Évolution naturelle et anthropique du processus d'eutrophisation (MDDEP)</i>	5
<i>Figure 2 : Cycle saisonnier des lacs</i>	6
<i>Figure 3 : Profil du milieu riverain</i>	6
<i>Figure 4 : Échantillonneur vertical utilisé</i>	11
<i>Figure 5 : Utilisation du disque de Secchi</i>	11
<i>Figure 6 : Filet à plancton</i>	11



<i>Figure 7 : Profil de température du lac Sept-Iles, 5 sept. 2007</i>	22
<i>Figure 8 : Profil de température du lac aux Chiens, 5 sept. 2007</i>	22
<i>Figure 9 : Profil de température du lac des Aulnaies, 5 sept. 2007</i>	22
<i>Figure 10 Profils de températures observés au lac Sept-Iles depuis 1963</i>	23
<i>Figure 11 : Profil de température à la fosse 2, lac Sept-Iles (2006 et 2007)</i>	23
<i>Figure 12 : Température de surface, été 2007, lacs Sept-Iles, aux Chiens et des Aulnaies</i>	24
<i>Figure 13 : Profil d'oxygène dissous, Lac Sept-Iles</i>	25
<i>Figure 14 : Profil d'oxygène dissous, Lac aux Chiens</i>	25
<i>Figure 15 : Profil d'oxygène dissous, lac des Aulnaies</i>	25
<i>Figure 16 : Profil d'o2 à la fosse 2, lac Sept-Iles (2006 et 2007)</i>	26
<i>Figure 17 : Profil d'o2 observés au lac Sept-Iles depuis 1971</i>	26
<i>Figure 18 : Conductivité observée en 2007</i>	27
<i>Figure 19 : Relevés de pH observés en surface en 2007</i>	29
<i>Figure 20 : Relevés de pH disponibles à la fosse 1 depuis 1977</i>	29
<i>Figure 21 : Moyenne estivale de transparence pour chaque station en 2007</i>	30
<i>Figure 22 : Relevés de transparence au lac Sept-Iles depuis 1977</i>	31
<i>Figure 23 : Concentration de phosphore total en période estivale, 4 sept.2007</i>	33
<i>Figure 24 : Concentration de PT du lac Sept-Iles entre 2002 et 2007</i>	33
<i>Figure 25 : Concentration du phosphore totale en période de retournement des eaux</i>	33
<i>Figure 26 : Concentrations de carbone organique dissous été 2007 et historique de 2003</i>	36
<i>Figure 27 : Concentration moyenne de chlorophylle a et phéophytine, été 2007</i>	40
<i>Figure 28 : Représentativité de l'envasement par station</i>	48
<i>Figure 29 : Recouvrement par les plantes submergées</i>	50
<i>Figure 30 : Recouvrement par les plantes flottantes</i>	50
<i>Figure 31 : % d'occupation du sol segmenté</i>	52
<i>Figure 32 : % de recouvrement de la bande de 15 m</i>	52
<i>Figure 33 : % de longueur de rive dégradée</i>	52
<i>Figure 34 : Inspections par période d'application du Q-r.8 autour du lac Sept-Iles</i>	55

Liste des tableaux

<i>Tableau I : Description des niveaux trophiques</i>	4
<i>Tableau II : Dates de prélèvements des différents relevés.</i>	8
<i>Tableau III : Synthèse des caractéristiques physiques du lac Sept-Iles</i>	17
<i>Tableau IV : Tableau des valeurs globale de conductivité</i>	27
<i>Tableau V : Sensibilité d'un milieu à l'acidification selon l'alcalinité</i>	28
<i>Tableau VI : Alcalinité de surface mesurées entre 1977 et 2005.</i>	28

<i>Tableau VII : Résultat du relevé de pH (septembre 2007).</i>	29
<i>Tableau VIII : Interprétations des apports en nutriments selon les données du Cadre Écologique de Référence (MDDEP, 2005) pour certains lacs du bassin versant du lac Sept-Iles.</i>	34
<i>Tableau IX : Concentrations d'azote total pour le lac Sept-Iles.</i>	35
<i>Tableau X : Concentrations de Nitrites - Nitrates pour le lac Sept-Iles.</i>	36
<i>Tableau XI : Turbidité et matières en suspension pour le lac Sept-Iles.</i>	37
<i>Tableau XII : Résultat de la concentration de calcium et sensibilité à l'acidification.</i>	38
<i>Tableau XIII : Concentration de chlorophylle <u>a</u> et phéophytine <u>a</u> pour le lac Sept-Iles.</i>	41
<i>Tableau XIV : Indice trophique pour le modèle de Carlson</i>	44
<i>Tableau XV : Niveau trophique du lac Sept-Iles selon l'indice du modèle de Mathieu</i>	45
<i>Tableau XVI : Niveau trophique du lac Sept-Iles, selon les indices de Carlson et de Mathieu</i>	45.
<i>Tableau XVII : Cote de valeur selon les % de recouvrement des plantes aquatiques.</i>	49
<i>Tableau XVIII : Portrait général de la bande riveraine des lacs Sept-Iles et des Aulnaies</i>	53

1.0 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le 10 décembre 2006, l'Association des propriétaires du lac Sept-Iles Inc. (APLSI), adoptait un plan d'action en vue de protéger l'environnement et la qualité des eaux de leur lac.

Le plan comprend essentiellement trois objectifs principaux qui se définissent comme suit :

1. Prévenir le développement des fleurs de cyanobactéries en réduisant l'apport en phosphore dans les eaux du lac Sept-Iles ;
2. Assurer un meilleur contrôle de l'utilisation du plan d'eau ;
3. Développer un plan de communication permanent à propos de la vie communautaire et la protection de l'environnement au Lac Sept-Iles.

Dans le but de mettre en œuvre son plan d'action en environnement, l'APLSI a fait appel à la CAPSA afin de proposer une offre de services pour la mise en œuvre de ce plan d'action et notamment pour la réalisation d'un bilan de santé du lac Sept-Iles. Forte de son expérience et de son expertise dans la réalisation de projet similaire et grâce à l'implication de la Ville de Saint-Raymond, la CAPSA a ainsi proposé la réalisation d'un protocole pour diagnose écologique sommaire¹, permettant de dresser un portrait physico-chimique et biologique de la qualité de l'eau du lac et de définir l'état global des zones littorales et riveraines.

1.2 Objectifs

Les principaux objectifs visés par la diagnose écologique sommaire du lac Sept-Iles sont :

- Évaluer les différents paramètres physico-chimiques et biologiques nécessaires à l'interprétation sommaire de la qualité de l'eau du lac Sept-Iles (incluant certaines investigations au niveau des lacs des Aulnaies et aux Chiens) ;
- Estimer le niveau trophique du lac Sept-Iles (stade de vieillissement) ;
- Établir le taux de renouvellement annuel du lac Sept-Iles ;

¹ Étude complète excluant l'étude de l'habitat du poisson et des tributaires cheminant vers le lac.

- Évaluer le portrait du littoral des lacs Sept-Iles et des Aulnaies ;
- Évaluer le portrait des berges du lacs Sept-Iles, des Aulnaies et de l'embouchure de la rivière Gosford ;
- Effectuer un portrait sommaire de la rivière Gosford ;
- Évaluer l'état des installations septiques entourant les lacs Sept-Iles et des Aulnaies ;
- Effectuer des recommandations quant à l'état de l'environnement du lac Sept-Iles et des orientations à considérer.

Un protocole établis essentiellement sur ces objectifs a donc été déposé auprès de la Ville de Saint-Raymond au printemps 2007 afin de procéder à la diagnose écologique sommaire.

1.3 Description du territoire

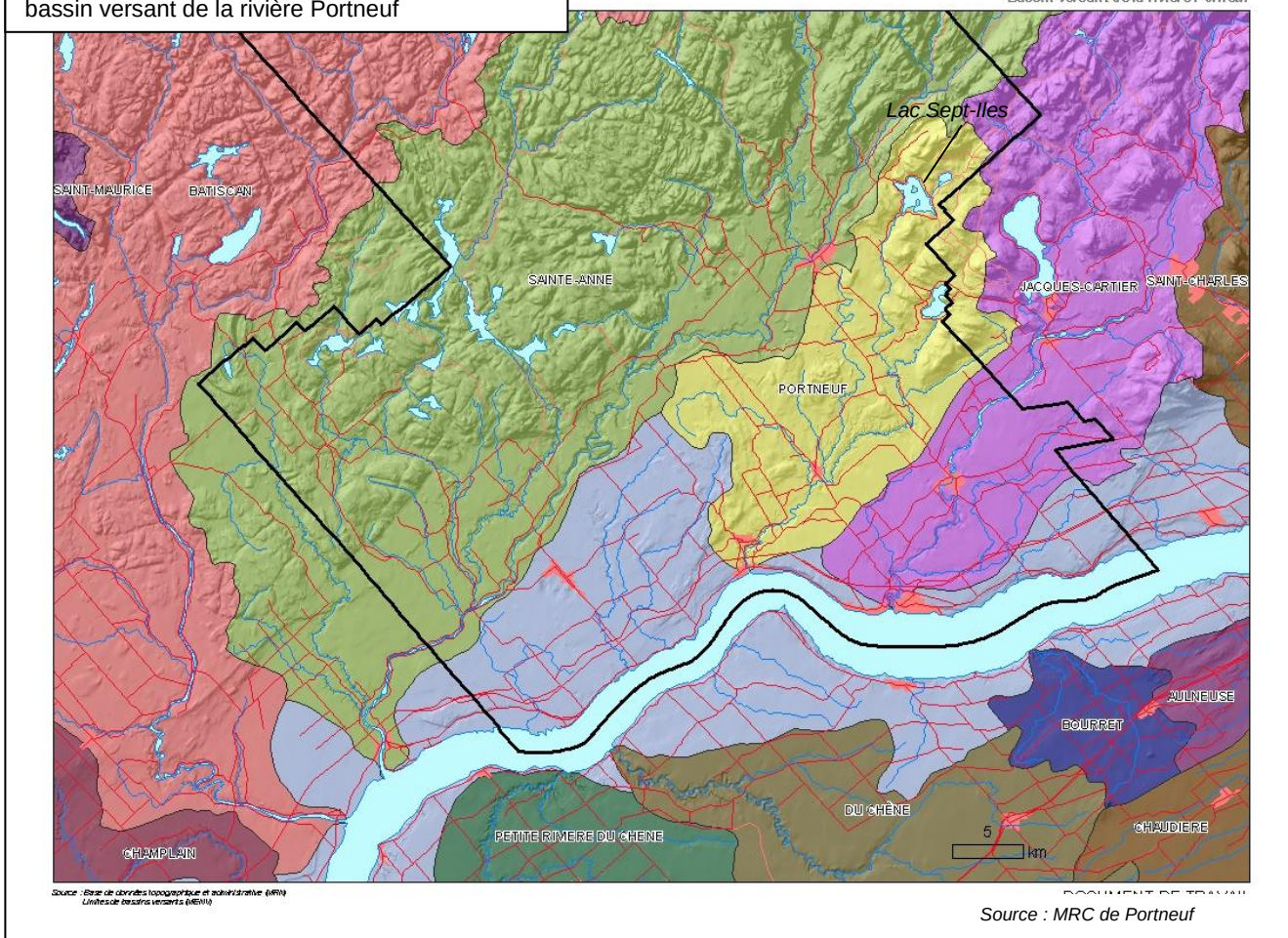
Le lac Sept-Iles se situe dans la région administrative de la Capitale-nationale (région 03), plus exactement dans la municipalité de Saint-Raymond, secteur Nord-Est de la MRC de Portneuf. On retrouve le lac Sept-Iles aux latitudes Nord 46° 56' et longitude Ouest 71° 45' et aux coordonnées géographiques (UTM) 19T 291063 5201393. Son bassin versant s'étend jusqu'à l'intérieur des limites de la MRC de la Jacques-Cartier, en touchant notamment les municipalités de Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier et de Lac-Saint-Joseph. La moitié du bassin versant du lac Sept-Iles, soit toute sa portion Nord-Est, est occupée par la station forestière Duchesnay, opérée par la SÉPAQ² (voir carte 1 et carte 2 pour la localisation).

Plusieurs autres lacs se retrouvent à l'intérieur du bassin versant du lac Sept-Iles, soit les lacs aux Chiens, du Ventre rouge, du Trait-carré, Maher, à la Perche et aux Deux truites, tous situés à l'intérieur de la station Duchesnay ainsi que le lac au Cèdre, tributaire de la baie Vachon, et des Aulnaies, directement adjacent au lac Sept-Iles et seul autre lac de ce territoire possédant une zone de villégiature développée. Totalement dominé par le territoire forestier libre, les autres activités retrouvées dans le bassin versant du lac Sept-Iles sont essentiellement des activités forestières, de chasse et de pêche.

Le lac Sept-Iles se déverse dans la rivière Portneuf qui chemine sur environ 45 km avant de se jeter dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de la municipalité de Ville de Portneuf.

² Société des établissements de plein air du Québec.

Carte 1 : Localisation du lac Sept-Iles dans le bassin versant de la rivière Portneuf



1.4 Problématique

Occupé par près de 480 résidences riveraines, un camping-plage accueillant près d'une centaine de motorisées chaque été, un camp de vacances pour les jeunes, plusieurs commerces en tourisme offrant l'hébergement, le lac Sept-Iles ainsi que le lac des Aulnaies présente un développement de villégiature accrue et ce depuis de nombreuses années.

Le lac Sept-Iles a également toujours fait figure de plan d'eau privilégié par les amateurs de sport nautique, que ce soit de la simple embarcation à moteur, aux amateurs de ski nautique, bateau à voile, kayak ou plus récemment, par la venue des embarcations à ballastes accompagnant les amateurs de planche à vague communément nommé « wake-board ».

Il ne faut pas oublier que la présence d'un plan d'eau de qualité sur le territoire bénéficie non seulement à une grande partie de la communauté mais représente avant tout un

habitat essentiel pour une multitude d'organismes vivants et interdépendants qui font toute la richesse de ce milieu convoité. L'accélération des apports nutritifs vers le lac, le déboisement intensif des rives, l'accroissement du développement résidentiel, le développement des réseaux routiers périphériques, sont tous des facteurs contribuant à accélérer le processus de vieillissement des lacs : l'eutrophisation.

De façon plus évidente depuis 2006, un phénomène symptomatique de cette affluence autour des lac québécois s'ajoute aux préoccupations engendrées par ce lot d'activités, soit l'apparition de fleurs d'eau de cyanobactéries (algues bleu-vert) . Organismes encore peu connus des chercheurs, la présence de fleurs d'eau de cyanobactéries ou bloom d'algues attisent d'autant plus les inquiétudes en raison notamment de la capacité de certaines souches de ces cyanobactéries à produire des toxines, préjudiciable pour la santé humaine.

1.5 Notions de limnologie

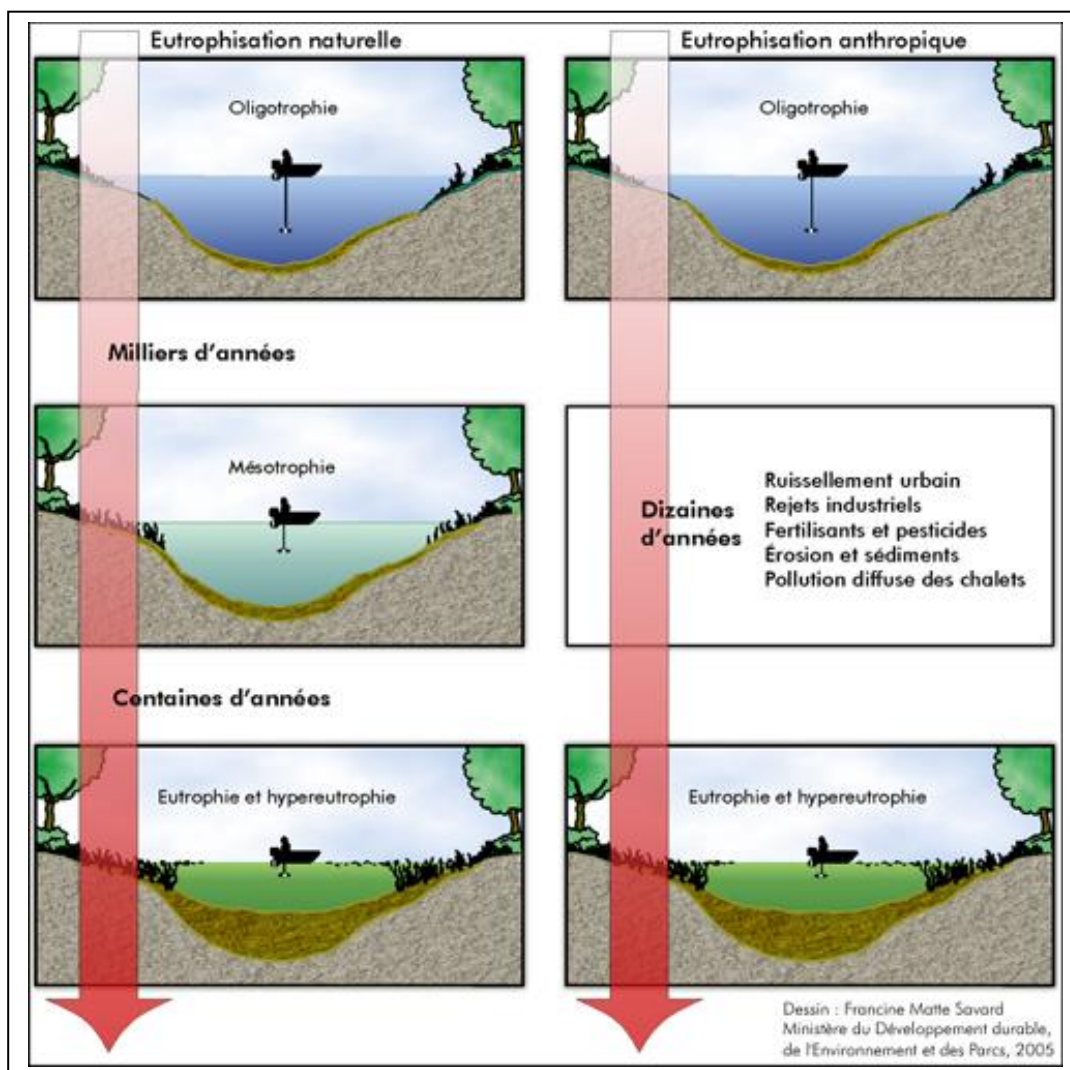
« Les lacs ont une durée de vie limitée et comme les espèces vivantes, ils sont voués à plus ou moins brève échéance à cesser d'exister. Durant la vie d'un lac, la diminution progressive de la profondeur moyenne fait que sa flore et sa faune évoluent. La raison d'un tel bouleversement s'explique du fait que la productivité biologique est de beaucoup supérieure en eau peu profonde et que le milieu aqueux se trouve globalement plus riche en matières nutritives. Ainsi, après plusieurs milliers d'années, les lacs deviennent marécageux. Ce phénomène est irréversible. Il existe plusieurs stades de vieillissement et les principaux facteurs de cette évolution sont les conditions du bassin versant, le climat, la géologie et la biologie du milieu. » ³ Le processus entier s'appelle l'« eutrophisation » et comprend trois niveaux trophiques tel que présentés au **tableau I**. Ce processus se produit donc naturellement mais peut également être influencé et accéléré par les activités anthropiques entourant le milieu (voir **figure 1**).

Tableau I : Description des niveaux trophiques.

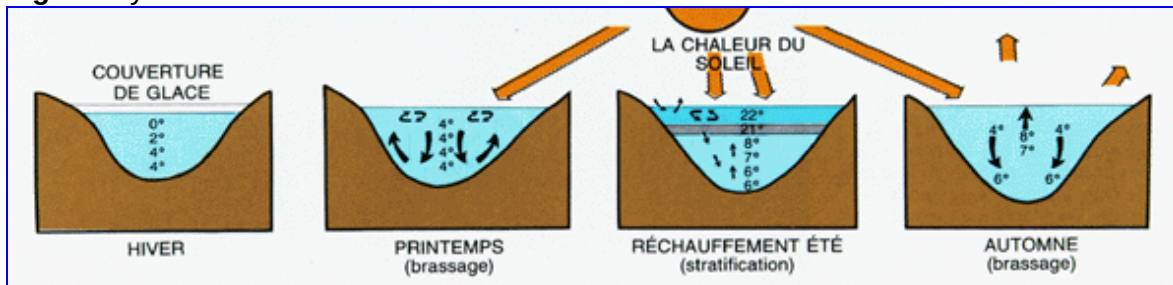
Niveau trophique	Âge	Description
Oligotrophe	Jeune	Pauvre en éléments nutritifs. Flore réduite. Oxygène dissous disponible dans toute la masse d'eau.
Mésotrophe	Moyen	Enrichissement en matière organique. Déficit relatif en oxygène. Transparence entre 4 et 1 mètre.
Eutrophe	Vieux	Faible transparence(<1m). Riche en éléments nutritifs. Déficit fréquent en oxygène. Algues microscopiques et filamenteuses abondantes. Prolifération des plantes aquatiques.

Fig. 1 : Évolution naturelle et anthropique du processus d'eutrophisation (Source : MDDEP)

³ Source : Groupe Hémisphères.

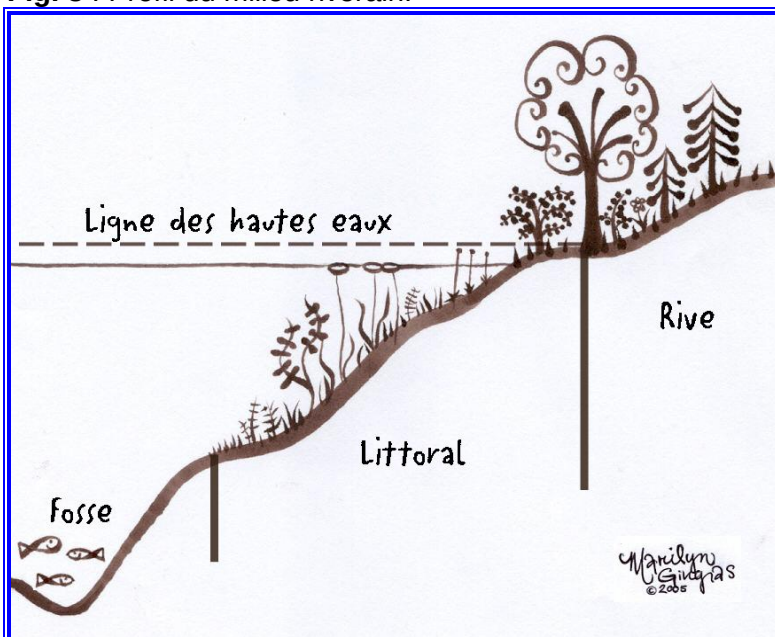


Au travers de ce cycle de vie, les lacs sont également régis par des cycles saisonniers. Globalement, ces cycles sont influencés par quatre périodes distinctes : D'abord par une période sous couverture de glace, qui se vit pendant l'hiver et où les températures oscillent de 0°C à la surface (point de congélation) jusqu'à 4°C vers le fond ; par une importante période de stratification des eaux en été (caractère fondamental des écosystèmes lacustres) ainsi que par deux périodes de brassage des eaux (appelé aussi période de retournement), qui sont influencées par les importants changements climatiques et variations atmosphériques du printemps et de l'automne (voir figure 2). Les périodes de brassage se caractérisent notamment par une uniformisation des températures sur toute la colonne d'eau du lac, oscillant habituellement autour des 4 à 6°C , de la surface jusqu'au fond.

Fig. 2 : Cycle saisonnier des lacs.Image tiré de : www.epa.gov/glnpo/atlas/

Pendant la période de stratification thermique estivale, on remarque très distinctement, trois couches superposées dans l'ensemble de la masse d'eau du lac : soit la couche supérieure appelée *épilimnion*, la couche inférieure appelée *hypolimnion* et finalement une couche plus mince que les précédentes et se situant à la jonction de celles-ci : la thermocline. Chacune d'elles possède des caractères distinctifs tel que des densités et des variations de températures différentes qui influencent grandement la répartition des composantes physique et biologique tel que l'oxygène dissous, les poissons et le seston.

D'un point de vue plus physique, parmi les composantes importantes qui ceignent le lac, on retrouve, hormis la zone profonde appelée « fosse », le littoral et la rive. Véritable pouponnière pour le lac, le littoral débute à partir de la ligne des hautes eaux (LHE) et se termine à une profondeur d'environ 6 mètres⁴. Autrement dit, c'est la zone d'eau peu profonde présente sur tout le contour du lac. On retrouve, dans ce milieu très productif, un herbier abondant et diversifié. Une grande variété d'insectes, d'amphibiens, d'oiseaux et de poissons profitent de l'abondance de nourriture, des nombreux abris ainsi que de l'eau plus chaude présente au littoral. C'est dans les baies et les zones

Fig. 3 : Profil du milieu riverain.

⁴ Voir encadré sous-jacent pour la description de la LHE selon la Politique des rives, du littoral et des plaines inondables.

calmes que le littoral est davantage sollicité parce que plus productif biologiquement.

La rive, que l'on nomme également « bande riveraine » ou « berge », est une zone de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. Cette partie, adjacente au littoral, débute à partir de la ligne des hautes eaux (LHE) et s'étend sur une largeur de 10 à 15 mètres vers l'intérieur des terres. Tout comme le littoral, la rive constitue un écosystème particulier, essentiel pour plusieurs espèces fauniques et végétales et indispensable au maintien de la qualité de l'eau du lac.

Ligne des hautes eaux (LHE)

Selon la Politique des rives, du littoral et des plaines inondables du MDDEP, la LHE se situe à la ligne naturelle des hautes eaux, soit :

- a) à l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres ou, s'il n'y a pas de plantes aquatiques, à l'endroit où les plantes terrestres s'arrêtent en direction du plan d'eau ;*
- b) dans le cas où il y a un ouvrage de retenue des eaux, à la cote maximale d'exploitation de l'ouvrage hydraulique pour la partie du plan d'eau située en amont ;*
- c) dans le cas où il y a un mur de soutènement légalement érigé, à compter du haut de l'ouvrage ;*
- d) ou, si celle-ci ne peut être délimitée à partir des critères précédents, à la limite des inondations de récurrence de 2 ans.*

Rive

Selon la Politique des rives, du littoral et des plaines inondables du MDDEP, la rive est une bande de terre qui borde les lacs et cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. La largeur de la rive à protéger se mesure horizontalement.

- a) La rive a un minimum de 10 mètres :

 - Lorsque la pente est inférieure à 30%, ou ;
 - Lorsque la pente est supérieure à 30% et présente un talus de moins de 5 mètres de hauteur.*
- b) La rive a un minimum de 15 mètres :

 - Lorsque la pente est continue et supérieure à 30%, ou ;
 - Lorsque la pente est supérieure à 30% et présente un talus de plus de 5 mètres de hauteur.*

D'autre part, dans le cadre de l'application de la Loi sur les forêts et de sa réglementation se rapportant aux normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État, des mesures particulières de protection sont prévues pour la rive.

2.0 METHODOLOGIE

Les travaux de la présente diagnose se présentent comme étant sommaires puisque, différemment d'une diagnose complète, aucun relevé concernant les communautés ichtyologiques⁵ et benthiques⁶ ainsi que des tributaires s'acheminant vers le lac ont été effectués. Également, nous n'avons procédé à aucun relevé bathymétrique, ceux-ci ayant déjà été fort bien fait par le groupe de la FAPEL en 1990 pour le lac Sept-Iles (voir carte 3 présentée à la section 3.0 « Résultats »).

2.1 Recherche et documentation

Parallèlement aux travaux de diagnose, une recherche sur la documentation existante concernant le lac Sept-Iles a permis de faire ressortir les données historiques aux fins de comparaison avec les résultats obtenus en 2007. Principalement, des informations ont pu être soutirées de la Banque Québécoise de données sur les Milieux Aquatiques (BQMA, 1977 et plus.), de l'inventaire des habitats de la Fédération des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs (FAPEL, 1990), de certains relevés effectués par Faune Québec (MRNF, 2005 et autres) ainsi que vis-à-vis l'étude de caractérisation des berges d'Environnement Québec (Programme des lacs, 1981). Quelques autres données dont celles disponibles auprès de riverains et de la Ville de St-Raymond, ont également pu être pris en compte dans l'analyse des résultats.

2.2 Échantillonnage

L'ensemble des travaux d'échantillonnage s'est effectué entre juillet et novembre 2007, dont les pics de prélèvements ont été atteints les 4 et 5 septembre. Le tableau suivant illustre les différentes dates et lieux d'échantillonnage et de relevés selon les paramètres évalués.

Tableau II : Dates de prélèvements des différents relevés.

Paramètres	Types de relevé	Dates de prélèvement ou de relevés	Localisation du (des) prélèvement(s)
Alcalinité	Physico-chimique	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Azote total	Physico-chimique (Éléments nutritifs)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Berges, caractérisation des	Physique (<i>in situ</i>)	11 et 18 octobre	Sept-Iles et des Aulnaies
Calcium	Physico-chimique (Métaux)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Carbone organique	Physico-chimique (Éléments)	31 juillet	fosse 1,2,3, Sept-Iles

⁵ Populations de poissons.

⁶ Organismes retrouvés parmi les substrats et sédiments de fond.

dissous (COD)	nutritifs)	4 septembre	- fosse 3, Sept-Iles ; - des Aulnaies ; - aux Chiens
Chlorophylle a et Phéophytine a	Biologique	31 juillet	fosse 1,2,3, Sept-Iles
		4 septembre	- fosse 3, Sept-Iles ; - des Aulnaies ; - aux Chiens
Conductivité	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	29 août	fosse 1,2,3, Sept-Iles
		31 août	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - aux Chiens
		4 septembre	des Aulnaies
		5 septembre	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - des Aulnaies - aux Chiens
Cyanobactéries	Biologique ⁷	20 septembre	Sept-Iles
Littoral, caractérisation du	Physique et biologique (<i>in situ</i>)	7, 18, 21, 25, 27 septembre et 1 ^{er} octobre	Sept-Iles et des Aulnaies
Magnésium	Physico-chimique (Métaux)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Matières en suspension (MES)	Physico-chimique	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Nitrite/Nitrate	Physico-chimique (Éléments nutritifs)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Oxygène dissous	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	5 septembre	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - des Aulnaies - aux Chiens
pH	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	29 août	fosse 1,2,3, Sept-Iles
		31 août	- fosse 2, 3, Sept-Iles - aux Chiens
		4 septembre	des Aulnaies
		5 septembre	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - des Aulnaies - aux Chiens
Phosphore total, période estivale	Physico-chimique (Éléments nutritifs)	31 juillet	fosses 1,2,3, Lac Sept-Iles
		4 septembre	- fosse 3, Sept-Iles ; - des Aulnaies ; - aux Chiens
Phosphore total au retournement	Physico-chimique (Éléments nutritifs)	7 novembre	- fosse 2, Sept-Iles ; - des Aulnaies ; - aux Chiens
Potassium	Physico-chimique (Métaux)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Sodium	Physico-chimique (Métaux)	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Températures, profil	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	5 septembre	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - des Aulnaies - aux Chiens
Températures, surface	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	31 juillet	fosses 1,2,3, Lac Sept-Iles
		4 septembre	des Aulnaies
		5 septembre	- fosse 1,2,3, Sept-Iles - des Aulnaies - aux Chiens

⁷ Relevé effectué par Monique Labelle, MDDEP.

		7 novembre	▪ fosse 3, Sept-Iles ; ▪ des Aulnaies ; ▪ aux Chiens
Transparence	Physico-chimique (<i>in situ</i>)	31 juillet	fosses 1,2,3, Lac Sept-Iles
		31 août	▪ fosse 1,2,3, Sept-Iles ▪ aux Chiens
		4 septembre	des Aulnaies
		5 septembre	▪ fosse 1,2,3, Sept-Iles ▪ des Aulnaies - aux Chiens
Turbidité	Physico-chimique	4 septembre	fosse 3, Sept-Iles
Seston (poids sec)	Biologique	7 septembre	fosse 3, Sept-Iles

Le phosphore total a été volontairement échantillonné sur deux périodes différentes en terme de conditions du milieu aqueux, soit en période estivale et en période de retournement des eaux (période de brassage automnal).

Généralement, seuls les données obtenues sur une même date pour l'ensemble des lacs échantillonnés ont été considérées pour l'analyse ou, si le traitement s'avérait plus judicieux, le calcul d'une moyenne estivale était considéré selon les sites échantillonnés (ex. : moyenne de la f3, moyenne pour le lac aux Chiens, etc.). Sauf exception, c'est généralement la fosse 2 ou 3 du lac Sept-Iles qui était utilisée pour le prélèvement des paramètres physico-chimiques et biologiques quoique la plupart des résultats antérieures à 2007 faisait référence à la fosse 1 (dans la mesure du possible, les résultats disponibles en 2007 pour cette fosse était alors automatiquement considérés si des comparaisons pouvaient être effectuées avec les données antérieures).

2.2.1 Physico-chimie

Tous les paramètres physico-chimiques et biologiques⁸ ont été prélevés aux niveaux des trois fosses du lac Sept-Iles (zones les plus profondes du lac) et des lacs des Aulnaies et aux Chiens⁹. À bord d'une embarcation, les instruments de mesures et les bouteilles échantillons ont soit été directement plongés à la surface (30 cm à 5m sous la surface) ou, pour les profils d'oxygène et de température, jusqu'au-dessus du point le plus profond de chacune des fosses. Outre les paramètres qui ont pu être mesurés directement sur place (prélèvements *in situ*), toutes les bouteilles échantillons utilisées pour l'étude ont tous été acheminées au laboratoire du Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Parmi les instruments utilisés, les mesures d'oxygène dissous accompagnées des pourcentages (%) de saturations et des températures ont été réalisées à l'aide un

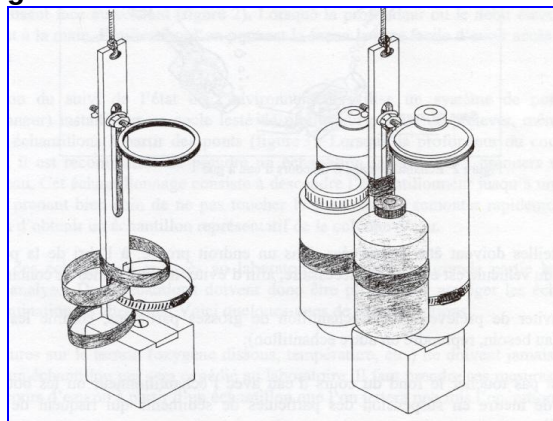
⁸ À l'exception des prélèvements de cyanobactéries effectués par le MDDEP.

⁹ Se référer à la carte 4 présentée au début de la section 3.0 ;

« Résultats » pour connaître l'emplacement de chacune des fosses.

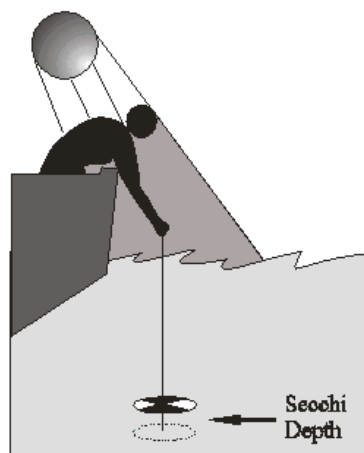
oxymètre de marque *Oxygard* modèle *Handy beta* accompagnée d'une sonde de 30m de long. Afin d'obtenir le profil de la courbe d'oxygène et des températures, une lecture des valeurs fût d'abord prise à 0,5 m de la surface, à 1 mètre puis à tous les mètres jusqu'au-dessus du point le plus profond pour chaque fosse.

Fig. 4 : Échantillonneur vertical utilisé.



L'utilisation d'un échantillonneur vertical, (**fig. 4**), a été nécessaire afin d'obtenir un échantillon intégré du premier 5 mètres d'eau pour les mesures de conductivité et pH. Les valeurs de conductivité ont été obtenues à l'aide d'un conductivimètre portatif de marque *Ysi* modèle *EC300*. Tandis que les valeurs de pH ont pu être obtenues à l'aide d'un pH-mètre de terrain *Checker* de *Hanna* avec sonde (modèle *HI-1208*).

Fig.5 : Utilisation du disque de Secchi



Source : www.ene.gov.on.ca/.../4663e03_appendix1-fr.htm.

Finalement, un disque de Secchi fut utilisé pour mesurer la transparence de l'eau. Celui-ci consiste en un disque d'environ 20 cm de diamètre de couleur noir et blanc et duquel on mesure la profondeur indiquée par sa disparition visuelle une fois plongé dans le lac (voir **fig.5**).

2.2.2 Seston

L'échantillonnage du seston (biomasse planctonique) s'est effectué au-dessus de la fosse 3 du lac Sept-Iles, à l'aide d'un filet à plancton convertible, présentant une ouverture de 25,2 cm de diamètre à son entrée sur une longueur maximale de 76 cm à son sommet et présentant une maille de 80 μm (**fig.6**). La méthodologie associée à ce relevé consiste à filtrer, au site d'échantillonnage, une colonne d'eau équivalente à 10 mètres à partir de la surface, pour un volume filtré total de 500 litres d'eau. Le prélèvement a été fixé à l'aide d'alcool à 75 % et l'analyse de l'échantillon a été assurée par les laboratoires du CEAQ.

Fig.6 : filet à plancton



2.2.3 Cyanobactéries

Suite aux observations visuelles constatées le 18 et 19 septembre 2007, une équipe du MDDEP a été dépêchée au lac Sept-Iles le 20 septembre afin de procéder aux prélèvements d'échantillon de surface pour ce qui présentait l'apparence de cyanobactéries. Les échantillons prélevés ont permis de déterminer les classes d'abondance (cell. /ml) des cyanobactéries ainsi que d'évaluer la présence de cyanotoxines.

2.3 Caractérisation du littoral

Une caractérisation du littoral des lacs Sept-Iles et des Aulnaies a été effectuée afin de mesurer le niveau d'envasement des zones peu profondes de ces deux plans d'eaux ainsi que pour évaluer le degré d'envahissement par les plantes aquatiques présentes (évalué en %).

La méthode utilisée pour cette caractérisation fût en bonne partie inspirée des travaux du *Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François* : le RAPPEL ; ainsi que par les méthodes proposées par le MDDEP dans le cadre de son programme de surveillance volontaire des lacs (RSV-lacs).

Afin d'effectuer les relevés, trente stations de mesures ont été également réparties parmi les 6 secteurs de l'ensemble des lacs Sept-Iles et des Aulnaies (voir **carte 5** présentée à la section 3.0 « Résultats »). Par la suite, le positionnement de chacune des stations de mesure était déterminé selon le potentiel d'accumulation de matière organique dans les zones associées aux baies sous-exposées aux vents dominants ou encore par l'arrivée des tributaires (zones de dépôt et/ou de faible brassage). Sur place, une inspection en apnée était effectuée à l'aide d'une perche graduée de 250 cm, sur un transect perpendiculaire à la rive. Des mesures de l'épaisseur des sédiments (accumulation de sédiments fins, matière organique ou substrat grossiers) étaient alors prises aux profondeurs de 1, 2 et 3 mètres. Au-delà de 75 cm, les épaisseurs de vase demeuraient indéterminées (exprimé par : 75cm +).

Le pourcentage de recouvrement par les plantes aquatiques était évalué visuellement à chacune des stations de mesures, pour les plantes submergées, flottantes et émergentes. Certaines espèces méconnues ont pu être ainsi récoltées au passage au fin d'identification. Une liste non-exhaustive des plantes aquatiques répertoriées aux lacs Sept-Iles et des Aulnaies est présentée à l'**annexe 6**.

2.4 Caractérisation de la bande riveraine

Pour la caractérisation des bandes riveraines, nous avons appliqué le protocole élaboré par le MDDEP dans le cadre de son programme de surveillance volontaire des lacs (MDDEP, mai 2007). Nous avons préféré cette méthode à celle proposée au protocole initial¹⁰ de sa facilité d'utilisation malgré la densité des propriétés autour du lac mais également en raison de l'accessibilité de cette méthodologie pour tout riverain désireux de répéter la démarche dans les années à venir et ainsi dresser le portrait temporel de l'évolution des rives.

À bord d'une embarcation, la caractérisation des berges consistait à évaluer systématiquement la bande riveraine sur une profondeur de 15 mètres, sur tout le pourtour du lac. Dans un premier temps, l'opération visait à délimiter les zones homogènes d'occupation du sol à partir de l'observation visuelle de la rive et de relevés de points GPS.

Une zone homogène se définit comme étant un segment de la bande riveraine présentant des caractéristiques d'occupation de sol constantes ou semblables et décrit selon l'une ou l'autre des catégories suivantes :

- Entièrement naturelle (N) ;
- Agriculture (A) ;
- Foresterie (F) ;
- Infrastructures (I) (ex. : ponts ou routes) ;
- Zone habitée ou fréquentée (H).

Dans un deuxième temps, on évaluait, pour chaque zone homogène, le degré de dénaturalisation ou de transformation dans l'aménagement des terrains. Il s'agissait donc d'évaluer la proportion occupée par chaque type d'aménagement en déterminant le % respectif de recouvrement de chacune des sous-catégories suivantes :

- Végétation naturelle ;
- Végétation ornementale ;
- Matériaux inertes.

Le total de cette évaluation devait correspondre à 100% pour chaque zone.

Finalement, toujours pour chaque zone homogène, il s'agissait d'évaluer l'importance des sols dénudés et des zones d'érosion liées à des activités humaines ainsi que l'importance des structures de soutènement présentes (murets et remblais). Cette

¹⁰ Le protocole initial proposait une méthode inspirée de l'ancien programme des lacs et se basant sur une caractérisation qualitative en cinq descripteurs, terrain par terrain.

dernière étape de caractérisation se distinguait par la considération des éléments selon un % de longueur de rive, soit au point d'interface de l'eau et de la terre (et non sur l'ensemble de la profondeur de 15 mètres de la bande riveraine). Le total de cette évaluation pouvait alors correspondre à moins de 100%, car toute la rive ne se retrouvant pas nécessairement érodée ou occupée par des structures de soutènement.

Au bout de l'exercice, des commentaires et photos étaient ajoutés aux relevés des différentes zones homogènes et une fois de retour à l'intérieur, la longueur (m) de chacune de ces zones était calculée selon les repères GPS transposés sur une cartographie appropriée.

2.5 Rivière Gosford

Seul tributaire inclus dans les travaux de diagnose, une prospection visuelle de l'ensemble de la rivière Gosford a été effectuée afin de repérer les sources d'érosion potentielle ou troubles d'écoulement pouvant affecter l'écosystème du lac Sept-Iles situé plus en aval.

La caractérisation du cours d'eau s'est donc traduite par une visite terrain annotée et photographiée en plusieurs points de son parcours.

2.6 Installations septiques

Pour l'évaluation des installations septiques, nous avons examiné la banque de données existantes à la Ville de Saint-Raymond et fournie par son service d'urbanisme, pour les 482 résidences présentes en périphérie du lac Sept-Iles. Ses informations présentaient différents champs d'attributs tel que l'année de la dernière inspection pour chaque résidence, utilisée dans le cadre de la présente étude.



3.0 RESULTATS

Chacune des parties de cette section décrit les particularités des paramètres évalués, les résultats obtenus au cours de la diagnose et s'il y a lieu, la comparaison avec certaines données d'études antérieures et l'interprétation que l'on peut en tirer.

3.1 Caractéristiques physiques

Outre certaines observations terrain, les caractéristiques physiques retenues pour la présente section sont tirés majoritairement de la *Banque de données topographiques du Québec* (BDTQ) ainsi que du *Cadre écologique de référence* (CER) de la MRC de Portneuf (MDDEP, 2005).

3.1.1 Géologie

D'un relief de nature accidenté, les massifs rencontrés aux environs du lac Sept-Iles s'élèvent à près de 380 m dans les extrémités Nord et sud du bassin versant tandis que les fronts est et Ouest présentent des sommets s'élevant jusqu'à 330m. Le socle rocheux qui les forme se compose principalement de roches ignées et métamorphiques cristallines, comme le gneiss et le granite. Ces formations d'âge Précambrien, caractéristiques du Bouclier Laurentien, sont reconnues pour leur durabilité, leur imperméabilité ainsi que leur résistance à l'action érosive de l'eau. Elles sont cependant à tendance nettement plus acide. Aussi, les collines de cet ensemble géologique sont généralement recouvertes de dépôts glaciaires (moraine de fond) et fluvio-glaciaire qui couvrent les pentes et le fond des vallées d'une épaisseur habituellement inférieure à 5 mètres.

3.1.2 Morphologie

Situé à une altitude de 209 m, le lac Sept-Iles occupe une superficie de **3,53 km²** (soit 353 ha, excluant les îles)¹¹ et possède un périmètre équivalent¹² à **19,5 km**. Sa longueur maximale s'estime à **3,3 km** et sa largeur maximale à **2,2 km**.

Considéré de grande taille, le lac Sept-Iles se présente sous une forme *très complexe*¹³, dont le développement du littoral se présente comme étant long comparativement à la superficie du lac. D'une valeur équivalente à **4,1**, le développement du littoral (*DL*)¹⁴ du lac Sept-Iles s'est calculé comme suit :

¹¹ 420 ha incluant le lac des aulnaies (7 ha) et aux chiens (60 ha).

¹² 27,4 km incluant le lac des aulnaies (1,8 km) et aux chiens (6,1 km).

¹³ Tiré du calcul de *complexité de la forme* du CER (MDDEP, 2005).

¹⁴ Formule tirée de l'ouvrage de Wetzel (Wetzel, R. 2001, « Limnology Lake and river ecosystems »)

$$DL = \frac{\text{Périmètre}}{\sqrt{(2 * \pi * \text{Superficie})}}$$

Cette évaluation permet de comparer l'étendue du littoral vis-à-vis celle d'un lac qui aurait la même superficie du lac Sept-Iles mais dont le contour serait parfaitement circulaire.

Ceinturé d'une rive dont la pente dominante reste inférieure à 10%¹⁵, la profondeur du lac Sept-Iles selon nos observations et la documentation disponible, atteint un maximum de **16,7 m** à la fosse se présentant à l'Est de l'île Nadeau (Wasat) (voir fosse 2, **carte 4**). Pour une profondeur moyenne de **5,3 mètres**, le volume du lac est estimé à **19 040 191 m³**.

3.1.3 Hydrologie

Situé en milieu de réseau hydrographique, le lac Sept-Iles s'alimente principalement de la rivière Gosford au Nord-Ouest et du lac aux Chiens plus à l'Est. Le lac au Cèdre alimentant l'embouchure de la baie Vachon compte également parmi les tributaires important du lac Sept-Iles. Au total, 14 cours d'eau contribuent à alimenter ce plan d'eau. À l'intérieur de son bassin versant, outre les lacs nommés précédemment et le lac des Aulnaies souvent considéré comme partie intrinsèque du lac Sept-Iles, on retrouve plusieurs lacs situés à l'intérieur du territoire de la station forestière de Duchesnay (propriété de la SÉPAQ¹⁶). À l'exception du lac des Aulnaies, aucun autres de ces plans d'eau ne présente un développement de villégiature.

Couvrant une superficie d'environ **45,3 km²**, l'ensemble du bassin versant du lac Sept-Iles appartient au territoire du domaine public et présente un encadrement essentiellement forestier si on ne tient compte des quelques résidences situées le long du rang Gosford et du périmètre de villégiature du lac Sept-Iles. Son émissaire, la rivière Portneuf, parcourt un territoire ponctué par l'agriculture, le milieu forestier et résidentiel, avant de se jeter directement dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de la municipalité de Ville de Portneuf (voir **carte 2** pour délimitation du bassin versant du lac Sept-Iles).

En tenant compte d'un débit spécifique de 20 L/s/km² pour la région du lac Sept-Iles¹⁷ (une mesure qui tient compte de l'évapotranspiration) et d'un volume de 19 040 191m³ pour le lac, le taux de renouvellement de celui-ci correspondrait à environ 0,66 année, soit environ 8 mois. Ce qui représente une assez bonne capacité de renouvellement des

¹⁵ Considérée à l'intérieur d'une zone de 50 m autour du lac.

¹⁶ Société des établissements de plein air du Québec.

¹⁷ Données colligées par le Centre d'expertise hydrique du Québec.

composantes pouvant être présentes dans le lac, comparativement à un lac dont le temps de renouvellement serait de beaucoup supérieur et donc beaucoup plus sensible face aux diverses perturbations. Il faut tenir compte cependant, du fait que le lac Sept-Iles possède une structure de retenue à sa décharge, ce qui pourrait sensiblement biaiser cette donnée.

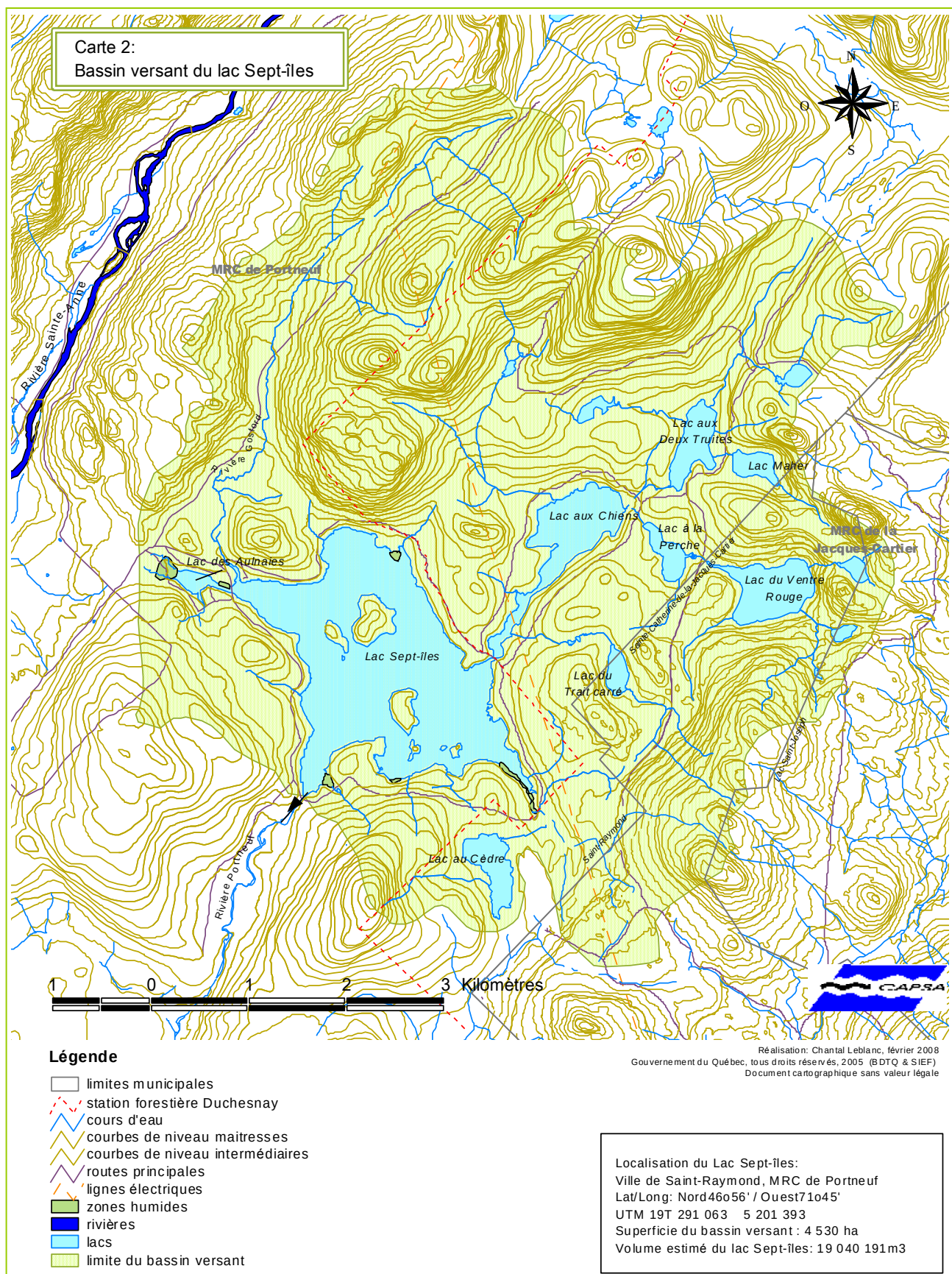
Tableau III : Synthèse des caractéristiques physiques du lac Sept-Iles

Paramètres physiques	Valeurs
Superficie du lac (km ²)	3,53
Périmètre (km)	19,5
Profondeur maximale (m)	16,7
Profondeur moyenne (m) ¹⁸	5,3
Volume (m ³)	19 040 191
Longueur maximale (km)	3,3
Largeur maximale (km)	2,2
Indice de développement du littoral (<i>DL</i>)	4,1
Taux de renouvellement (année)	0,66
Superficie du bassin versant (km ²)	45,3

3.1.4 Cartographie

Les pages 18, 19 et 20, présentent la carte du bassin versant du lac Sept-Iles, la carte bathymétrique du lac tel que relevée par la FAPEL en 1990 ainsi que les cartes 4, 5 et 6 présentant la localisation des stations de mesures des relevés physico-chimiques, biologiques et du littoral ainsi que des résultats de caractérisations des berges.

¹⁸ La profondeur moyenne sera utilisée avec le modèle de *Mathieu* pour l'établissement du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

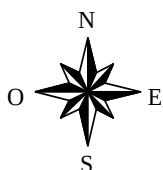


Carte 3 : Carte bathymétrique du lac Sept-Iles (FAPEL, 1990)



111-1, route des Pionniers, Saint-Raymond (Québec) G3L 2A8
Tél. : (418) 337-1398 – téléc. : 337-1311 - Courriel : capsa@capsa-org.com
Visitez notre site Internet à l'adresse : www.capsa-org.com

Carte 4 à 6 :
Stations de mesures,
échantillonnage et
caractérisation des
berges



0.5 0 0.5 Kilomètres

Échelle: 1 / 39 000

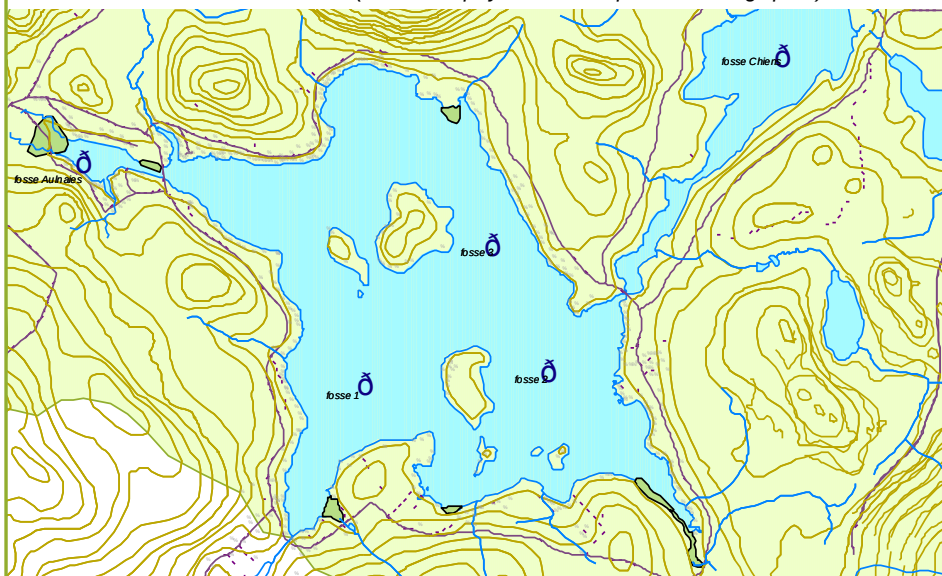
Légende

-  Fosses
-  stations de mesure_littoral
-  résidences et bâtiments
-  Sections_berges_N
-  Sections_berges_NIH
-  Sections_berges_H
-  cours d'eau
-  courbes de niveau maitresses
-  courbes de niveau intermédiaires
-  routes principales
-  chemins secondaires
-  zones humides
-  rivières
-  lacs
-  limite du bassin versant

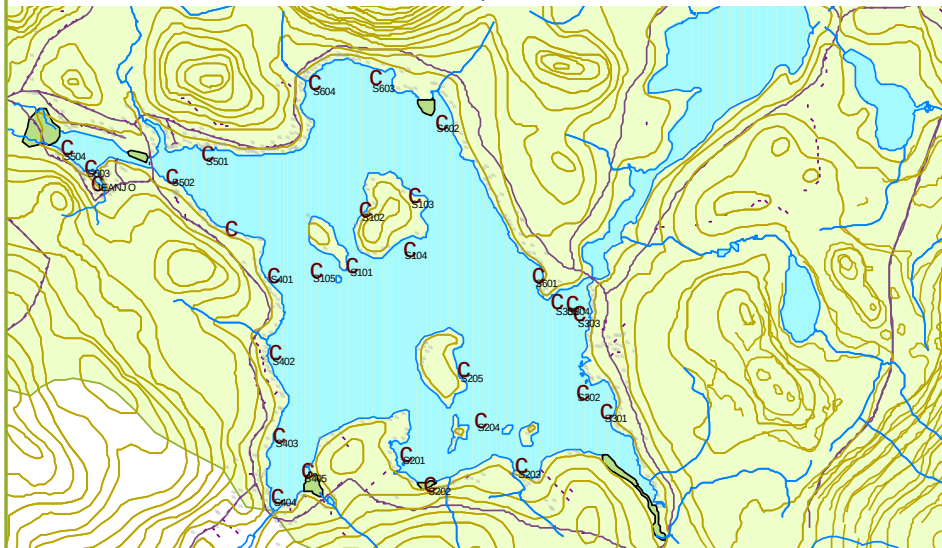


Réalisation: Chantal Leblanc, février 2008
Gouvernement du Québec, tous droits réservés,
2005 (BDTQ & SIEF)
Document cartographique sans valeur légale

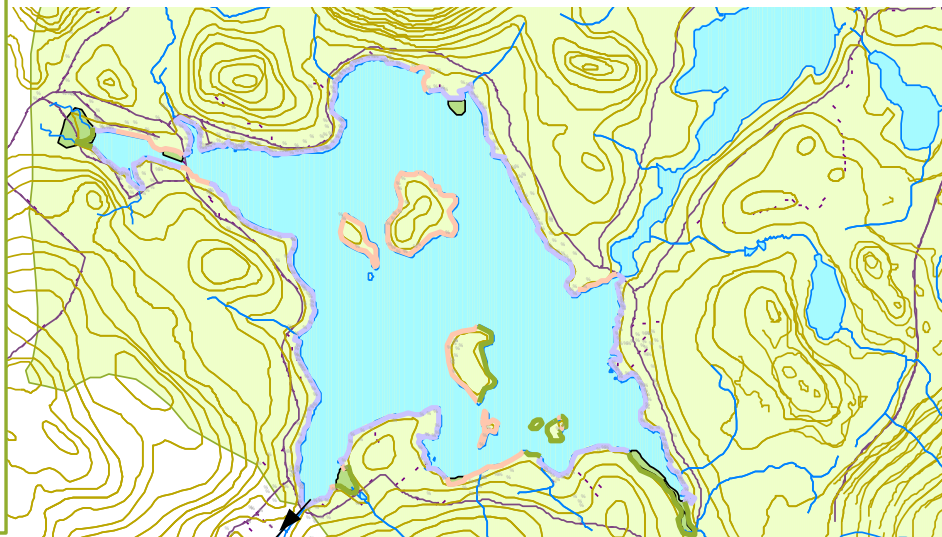
Carte 4: Localisation des fosses (mesures physico-chimiques et biologiques)



Carte 5: Localisation des stations de relevés pour le littoral



Carte 6: Caractérisation des berges



3.2 Qualité de l'eau

La section suivante présente les résultats physico-chimiques et biologiques des différents éléments permettant de qualifier la valeur intrinsèque de l'eau du lac Sept-Iles. Plusieurs études antérieures ont permis d'effectuer des comparaisons avec les résultats obtenus en 2007. Notamment, l'inventaire de la qualité des habitats du Lac Sept-Iles réalisé par la FAPEL,

3.2.1 Température

La température d'un plan d'eau influence grandement les conditions chimiques régissant ses différentes composantes. Un réchauffement anormal de l'eau contribue notamment à diminuer l'oxygène dissous disponible pour les organismes vivants et entraîne, si les conditions persistent, une asphyxie lente et constante du milieu lacustre. L'augmentation de la température d'un plan d'eau favoriserait également le relargage du phosphore (1^{er} facteur limitant des organismes phytoplanctonique, plantes aquatiques et des cyanobactéries) par les sédiments dans la colonne d'eau.

Le degré de température influence également la distribution et la présence des espèces aquatiques dans le lac comme le Touladi (ou truite grise), qui recherche des eaux fraîches (temp. Idéale : 13°C) et bien oxygénées comparativement à d'autres poissons, comme la barbotte brune ou le meunier noir. Déjà en 1990, la FAPEL avait observé que selon les conditions de température et d'oxygène alors effectives, le lac Sept-Iles offrait encore de bonnes conditions pour la Truite-arc-en-ciel, mais beaucoup moins appropriée pour la Truite mouchetée et pratiquement nulle pour la Truite grise.

En période estivale, on remarque une différence marquée entre les températures de surface et celles du fond du lac. Ces deux zones de température distinctes sont séparées par ce que l'on nomme la thermocline, une barrière physique où s'observe un changement brusque de température et densité. Dans le cas du lac Sept-Iles, celle-ci s'est observée à 8 mètres de profondeur.

Grâce à un été persistant et à des conditions clémentes, les relevés du 5 septembre ont permis de dresser un portrait représentatif des conditions estivales. On constate d'ailleurs que pour les trois fosses du lac (voir **figure 7**), une constance au niveau des couches de température s'est imposée. La différence de température à la surface pour la fosse 1 s'explique en raison du réchauffement de la sonde par le soleil avant que celle-ci ne soit plongée à l'eau. Les précautions nécessaires aux manœuvres subséquentes ont permis d'éviter les lectures biaisés durant la suite des travaux. La variation de température pour le lac Sept-Iles varie donc entre 18°C à la surface et aux environs de 9°C à la fosse selon les stations (voir l'**annexe 4** pour le détails des relevés de températures et d'oxygènes dissous).

À titre comparatif, on peut observer que le lac aux Chiens (**figure 8**), un lac aux rives entièrement naturelles et plus profond que le lac Sept-Iles, présente des températures beaucoup plus fraîches dès le 4m, atteignant 10,6°C à la thermocline et des températures entre 5,5 et 6°C dans les derniers mètres comparativement au 9°C des fosses du lac Sept-Iles.

De par sa faible profondeur, on remarque tout de suite que le lac des Aulnaies conserve des température chaudes, représentatives des eaux de surfaces tout au long de ses 4 mètres de colonne d'eau (**figure 9**).

En raison de plusieurs données

Fig. 7 Profil de température du lac Sept-îles
5 sept. 2007

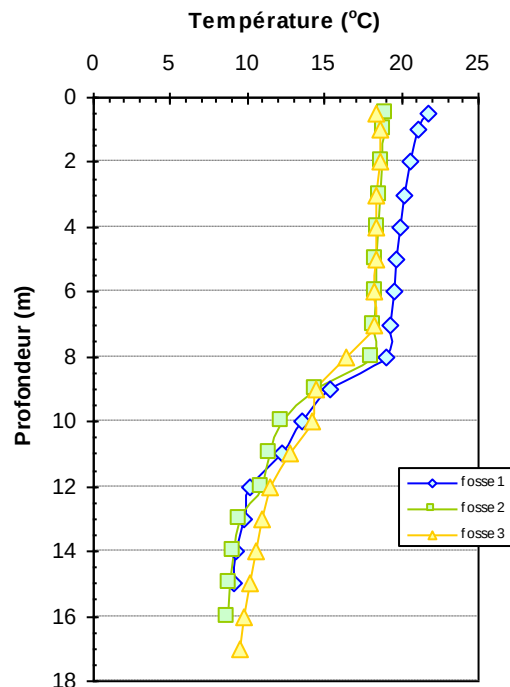


Fig. 8 Profil de température du lac Aux Chiens
5 sept. 2007

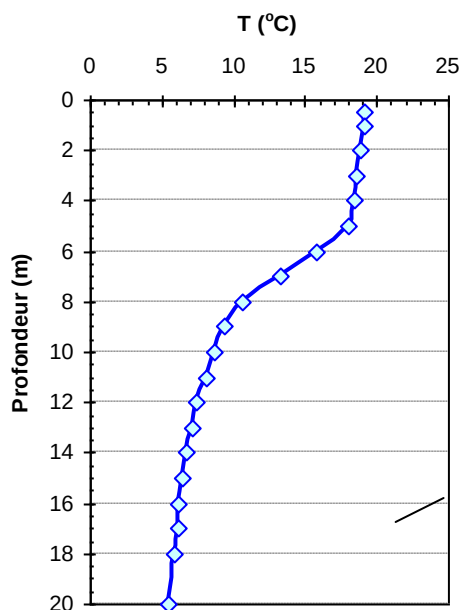
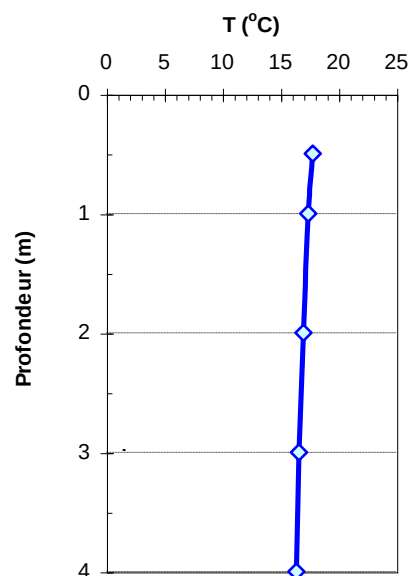


Fig. 9 Profil de temp. lac des Aulnaies
5 sept. 2007



antérieures existantes, nous avons également pu effectuer quelques comparatifs au niveau de la **fosse 1** du lac Sept-Iles et souligner certaines tendances pour les températures de ce plan d'eau. En observant la figure 10, il nous est permis de constater que le lac Sept-Iles tend vers un réchauffement évident depuis les 45 dernières années au niveau de l'hypolimnion (*couche inférieure*). Nous pouvons également constater que les températures de surfaces (épilimnion) sont hautement susceptibles aux variations d'une saison à l'autre (tout comme à l'intérieur d'une même saison) et qu'il demeure hasardeux de tirer une quelconque interprétation des données qui sont exposées à cette hauteur. Quoique moins d'historiques soient disponibles pour les autres stations d'échantillonnage de 2007, nous pouvons quand même constater, pour des années équivalentes, les mêmes observations de réchauffement à la fosse 2 (**figure 11**).

Finalement, des lectures régulières des températures de surface ont été prélevées tout au long des travaux de 2007 (voir **figure 12**).

Fig. 10

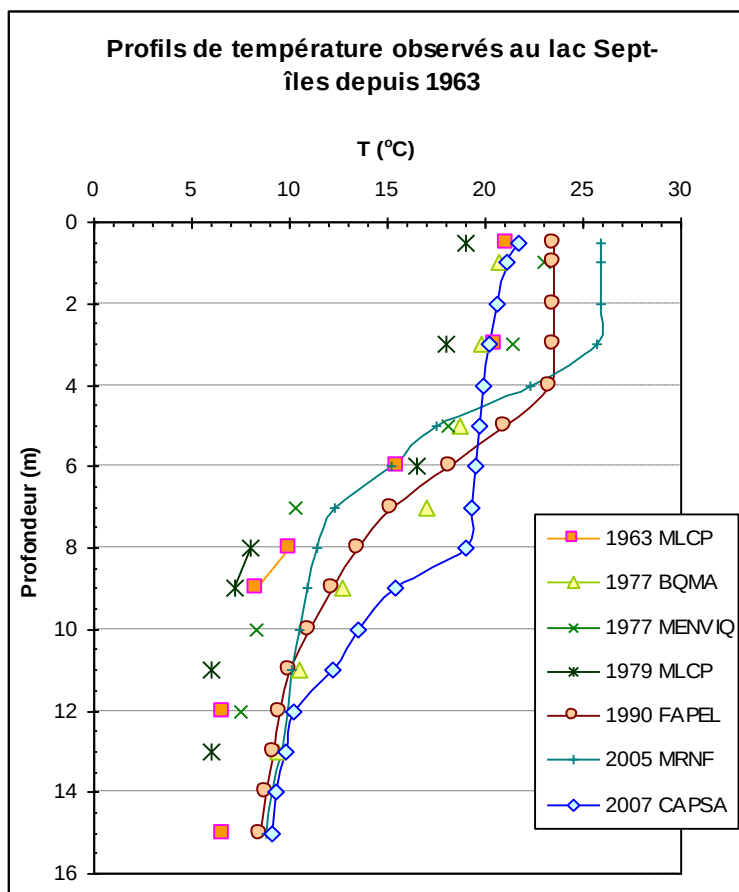
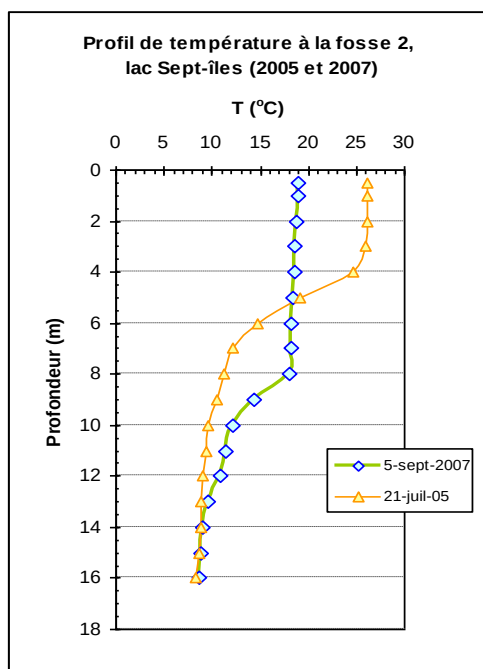
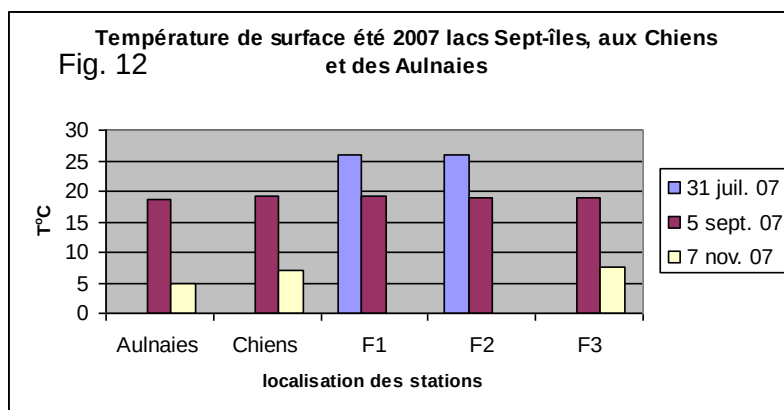


Fig. 11





3.2.2 Oxygène dissous

L'oxygène est essentiel au maintien de la faune aquatique et des micro-organismes aérobies¹⁹. L'action du vent étant la principale source d'oxygène pour un lac, on comprend qu'en période de stratification thermique, les eaux de surface sont normalement beaucoup mieux oxygénées que les eaux profondes, peu agitées. Pour les lacs à forte productivité biologique, une forte baisse d'oxygène s'observe dans les couches inférieures puisque l'oxygène s'y trouve très peu renouvelé (loin de l'action du vent notamment) et que les organismes qui s'y trouvent en consomment énormément tout en en produisant très peu.

Il faut savoir également qu'une eau froide a la capacité d'emmagasiner davantage d'oxygène qu'une eau chaude. Pour les organismes vivants en eau froide, les critères de qualité suggérés par le MDDEP (2004) se situent entre 5 et 8 mg/L, pour des températures variant entre 0 et 25°C. Lorsque la quantité d'oxygène présente est inférieure à 5,0 mg/l, il peut y avoir mortalité importante, voir totale pour certaines espèces comme le touladi, qui exige un minimum de 6.0 mg/l pour son habitat.

Pour les écosystèmes aquatiques qui reçoivent des apports considérables de sédiments organiques (ex. : par l'érosion des rives, transport par ruissellement), la prolifération des organismes décomposeurs, comme les bactéries aérobies, en viennent à consommer la totalité de l'oxygène pour décomposer les matières. Lorsqu'il n'y a plus d'oxygène, les bactéries anaérobies²⁰ prennent alors le relais et poursuivent la décomposition des matières organiques même en l'absence de ce gaz. Dans certaines conditions, les résidus issus de cette décomposition libèrent notamment le phosphore jusque là précipité avec les sédiments et peut contribuer à la prolifération des algues, des cyanobactéries et des plantes aquatiques.

¹⁹ Se dit des organismes ne pouvant se développer qu'en présence d'air ou d'oxygène.

²⁰ Se dit des organismes qui se développent en l'absence d'air ou d'oxygène.

Le profil d'oxygène dissous du lac Sept-Iles (**figure 13**) démontre que le lac Sept-Iles présente des problèmes inquiétant de déficience d'oxygène et ce, dès l'apparition de la thermocline au 8 mètres. Pour les trois fosses observées, les concentrations d'oxygène balancent à cette profondeur d'environ 9 mg/l au 7 mètres pour chuter à 1 mg/l au 9 mètres et atteindre 0,5 à 0,1 mg/l dès les couches subséquentes pour finalement présenter 0% de saturation à quelques mètres du fond (voir l'**annexe 4** pour le détails des valeurs). Un écart marqué s'observant au niveau de la thermocline (entre 8 et 10m) s'explique notamment par le changement de densité qui favorise, par l'accumulation de matières organiques en suspension, une demande biologique en oxygène (DBO).

Fig. 13

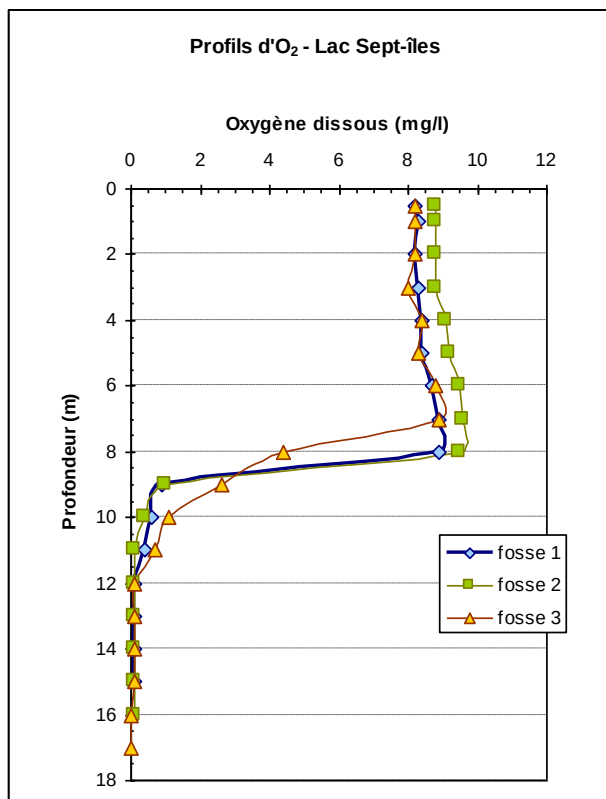


Fig. 14

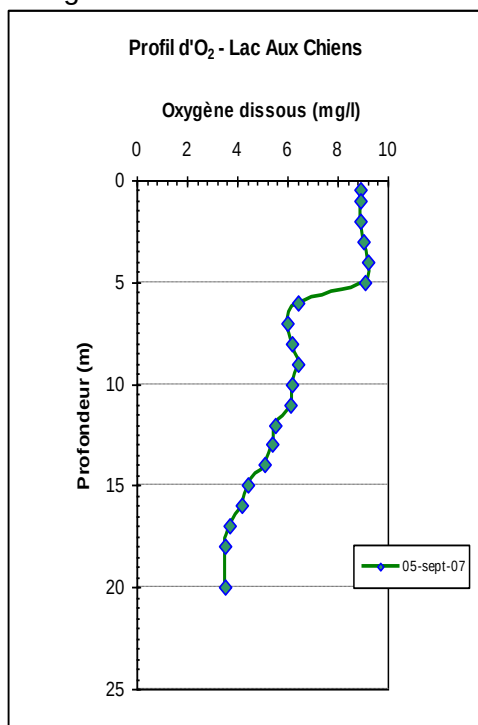
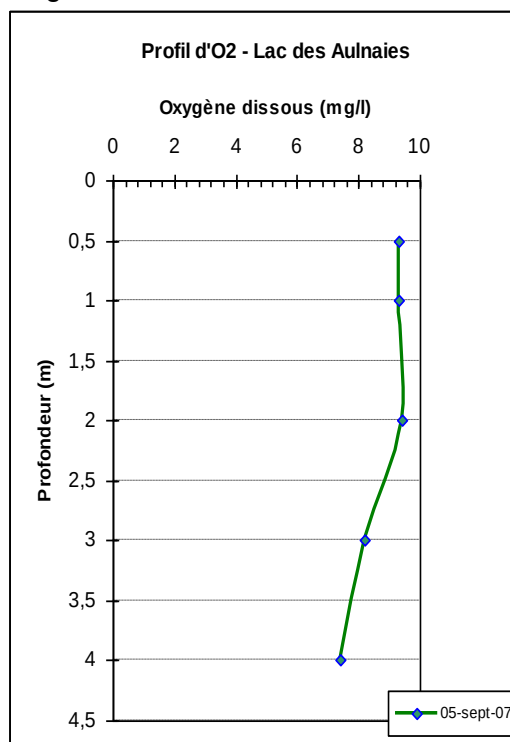


Fig. 15

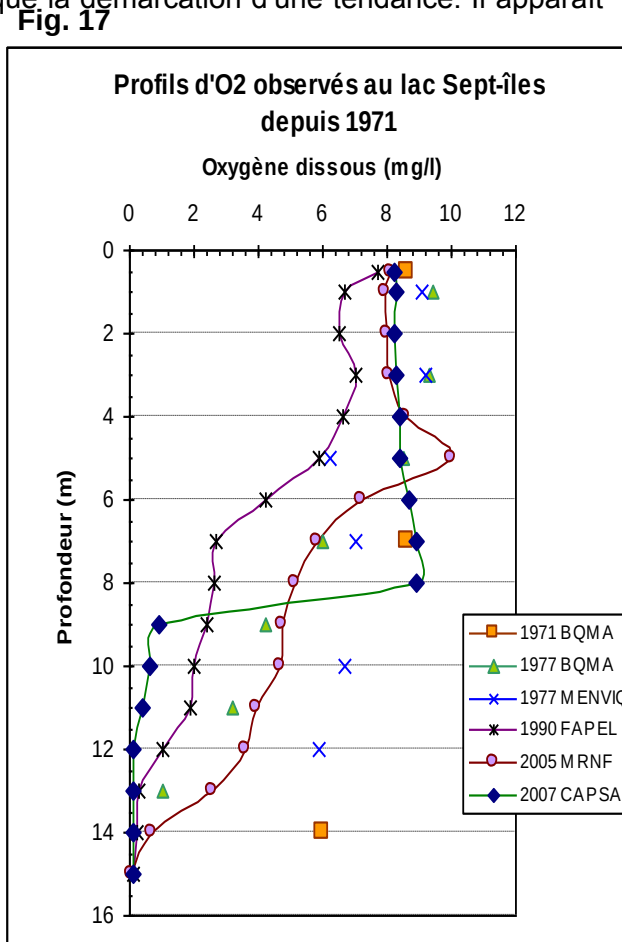
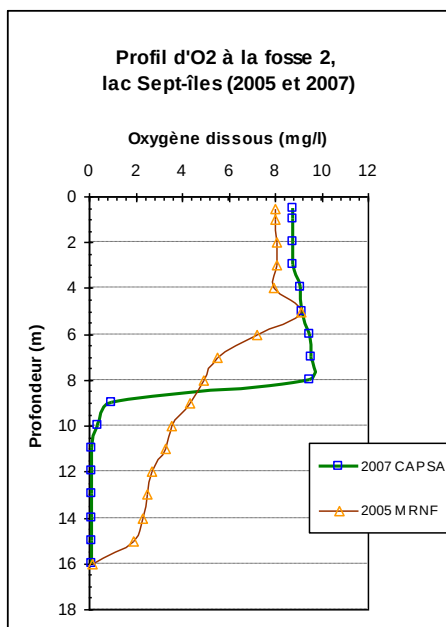


En ce qui concerne le lac aux Chiens, on observe que ce dernier présente tous les attrait et caractéristiques d'un lac bien oxygéné, conservant des concentrations d'O₂ entre 8,5 et 3,5 mg/l sur toute la colonne d'eau comparativement aux niveaux d'anoxie atteints dès le 10 mètres au lac Sept-Iles. Comme observé à la hauteur de la thermocline du lac Sept-Iles, l'écart subi de concentration d'oxygène dissous à 5 mètres de profondeur s'associe à un changement de densité favorisant la DBO. Aucune données antérieures n'a pu être répertoriées au fins de comparaison pour le lac aux Chiens.

Auprès du lac des Aulnaies, nous constatons que la concentration en O₂ demeure excellente et relativement stable sur toute la colonne d'eau, ne variant qu'entre 9,3 et 7,4 mg/l sur les 4 mètres de profondeur. Cette situation, comme pour le profil des températures (**figure 15**), peut aisément s'expliquer par la contribution favorable en oxygène et eaux froides des trois tributaires se jetant dans le lac des Aulnaies.

Au titre de l'historique en oxygène dissous pour le lac Sept-Iles (**figure 16 et 17**), on observe une plus grande variabilité des profils répertoriés depuis 1971, qu'au niveau des températures. Ce qui rend plus hypothétique la démarcation d'une tendance. Il apparaît cependant, que les concentrations d'oxygène dissous observés en 2007 ont, de toutes évidences, rejoints des niveaux inégalés depuis les 35 dernières années.

Fig. 16



Il est à préciser également que toutes les informations antérieures colligées au fin de la présente étude sont issus de relevés effectués entre la fin du mois de juillet (MRNF, 23 juil. 2005) et début septembre (CAPSA, 5 sept. 2007), la majorité d'entre-elles se présentant au cours des mois d'août. Quoiqu'il soit acceptable de comparer ces données entre-elles, (toutes représentatives de milieu ou de fin d'été), on se doit de tenir compte des différents écarts qui peuvent s'installer au fil d'une même saison ; Ex. : l'information de juillet pouvant vivre une certaine évolution jusqu'à septembre, selon les conditions locales et saisonnières et ainsi fausser les écarts observés.

L'oxygène dissous sera utilisé avec le modèle de *Mathieu* pour l'établissement du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

3.2.3 Conductivité

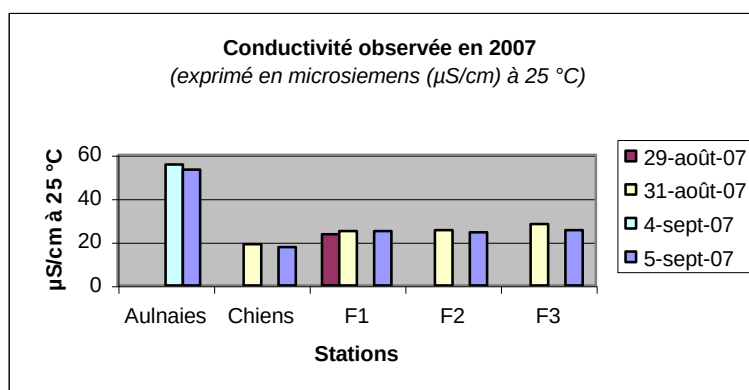
La conductivité reflète la capacité que détient une eau à permettre le passage de l'électricité. En majeure partie, c'est la quantité de sels minéraux dissous qui influence cette conductance. Ces minéraux proviennent du substrat qui tapisse le fond du lac, de la matière des sols environnants ainsi que des eaux de ruissellement. Dans le Bouclier Laurentien, les lacs ont généralement une faible conductivité puisqu'ils sont composés de matières très peu solubles.

Tableau IV : Tableau des valeurs globale de conductivité

Conductivité exprimée en microsiemens (µS/cm) à 25 °C		
Eau douce*	Eau dure ou minérale	Eau salée ou polluée
< 200	200 à 1000	>2000

* : La plage de variation habituelle pour la conductivité se situe entre 20,0 à 339,0 µS/cm.

Fig. 18



Au cours des travaux, nous avons pu, selon les conditions, effectuer plusieurs prélèvements pour la conductivité des lacs Sept-Iles, aux Chiens et des Aulnaies (**figure 18**). Aucun des trois plans d'eau ne présentait d'anomalies à ces niveaux sauf qu'il nous a été permis de constater que le lac des Aulnaies présentait possiblement des

concentrations de sels dissous légèrement plus importantes que ses prédécesseurs en raison d'une plus haute conductivité à température égale. Des données datant de 1977 et disponibles à la BQMA présentaient des concentrations équivalentes pour la fosse 1 du lac Sept-Iles.

Comme mentionné dans la méthodologie (section 2.0), les résultats obtenus en 2007 ont été mesurés à partir d'un échantillon intégré du premier 5 mètres.

3.2.4 Alcalinité et pH

Alcalinité

L'alcalinité exprime le potentiel d'une eau à neutraliser les agressions acides ou basiques. Dans un lac d'eau douce, les principales substances responsables de ce pouvoir de neutralisation sont les composés carbonatés comme les bicarbonates, issus principalement du gaz carbonique (air) et des roches calcaires (sol). En général, les lacs du Bouclier Laurentien offrent une faible alcalinité et résistent mal aux précipitations acides. Un échantillonnage effectué le 4 septembre au niveau de la fosse no3 du lac Sept-Iles a révélé une concentration de 8,5 mg/l de CaCO_3 (voir **tableau VI**). Ce qui exprime des valeurs représentatives des lacs du Bouclier Laurentien. Les valeurs obtenues auprès de la BQMA en 1977 (fosse 1) démontre des concentrations faiblement moins élevées que celles de 2007 et suppose dans un même temps que le lac Sept-Iles a peut-être légèrement gagné en pouvoir tampon face à l'acidification, depuis 30 ans mais conserve tout de même une sensibilité élevée à l'acidification.

Tableau V : Sensibilité d'un milieu à l'acidification selon l'alcalinité :

Sensibilité	Concentration
élevée	< 10
moyenne	10 - 20
faible	> 20

Tableau VI : Alcalinité de surface mesurées entre 1977 et 2005.

Alcalinité mg/L CaCO_3	
Lac Sept-Iles, f1 (août 1977)	Lac Sept-Iles, f3 (2007)
2,0 et 6,0	8,5

pH

La valeur du pH tant qu'à elle, indique proprement le caractère acide ou basique de l'eau. Cette valeur se mesure sur une échelle de 0 à 14 ; « 0 » représentant la valeur la plus acide et « 14 », celle des solutions des plus basiques ou dites alcalines. Le « 7 » indique un pH neutre. En général, la survie des organismes aquatiques dépend d'un pH se situant entre 6,5 et 9,0 (avec une tolérance jusqu'à 5,0). Divers facteurs influencent l'acidité d'un lac : les pluies acides, les acides humiques (provenant des matières organiques), le gaz carbonique présent dans l'air, la pollution atmosphérique, etc.

Tableau VII : Résultat du relevé de pH (septembre 2007).

Classification du pH			
Acide	Neutre	Basique	Lac Sept-Iles, 5 sept. 2007 (moyenne des relevés)
< 7	7	> 7	6.46

Le résultat de pH pour les fosses du lac Sept-Iles, aux Chiens et des Aulnaies (**figure 19**) ne représente pas de problématique au niveau du degré d'acidité acceptable pour la vie aquatique. Il est à noter que le pH d'un lac peut énormément varié au cours d'une même période estivale et que les périodes de relevés peuvent à elles seules expliquer certains écarts.

Fig. 19

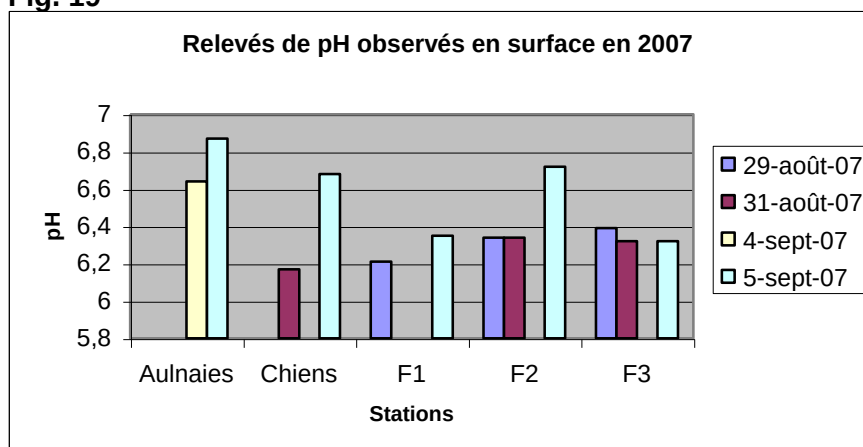
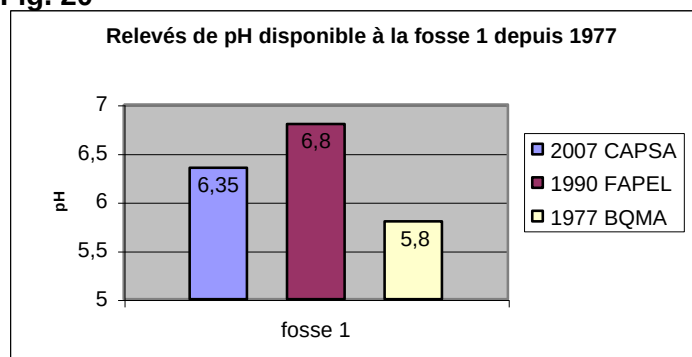


Fig. 20



En comparaison avec les études antérieures (**figure 20**), il semble que les valeurs de pH soient demeurés stable au lac Sept-Iles depuis 1990. Par contre, le degré d'acidité proche des seuils

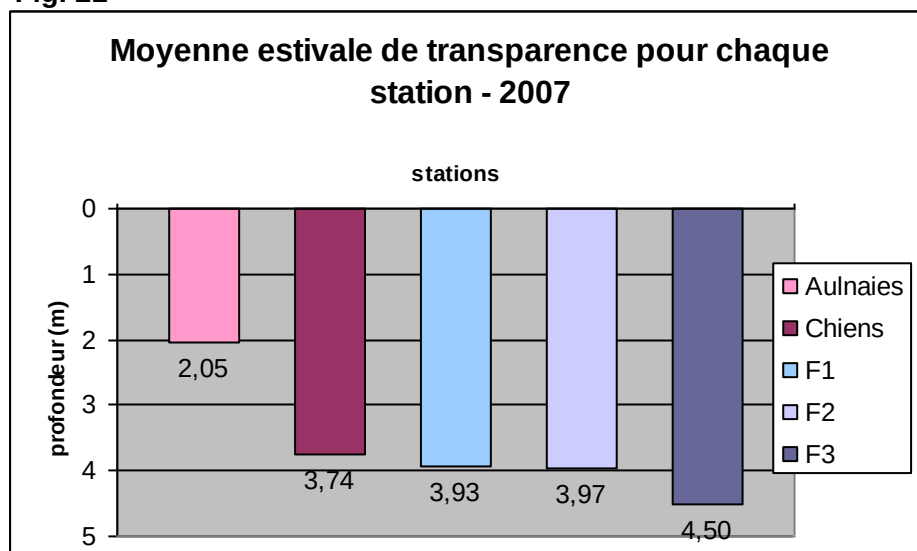
de tolérance de la vie aquatique de 1977 est difficile à interpréter puisqu'il provient d'une période estivale similaire, soit le mois d'août (certaines périodes étant plus sensibles à l'acidification, comme au brassage printanier suite à la fonte des neiges).

3.2.5 Transparence

La transparence de l'eau varie selon la couleur de celle-ci et la quantité de matières en suspension. Pour un lac perturbé par l'humain, l'apport de sédiments peut influencer la transparence de manière phénoménale. Les sédiments en suspension brouillent l'eau en plus de la matière organique présente qui affecte la couleur en libérant son acide humique (teinte brunâtre caractéristique des lacs du Bouclier Laurentien). Une baisse de la transparence, observée sur plusieurs années, peut être le signe d'une augmentation importante des apports de sédiments dans un lac et de la détérioration de celui-ci. Pour les lacs du Bouclier Laurentien, conservés à l'état naturel, c'est au cours de plusieurs siècles, voir de milliers d'années, qu'une tendance ferme à la diminution de la transparence peut normalement se faire sentir.

Fig. 21

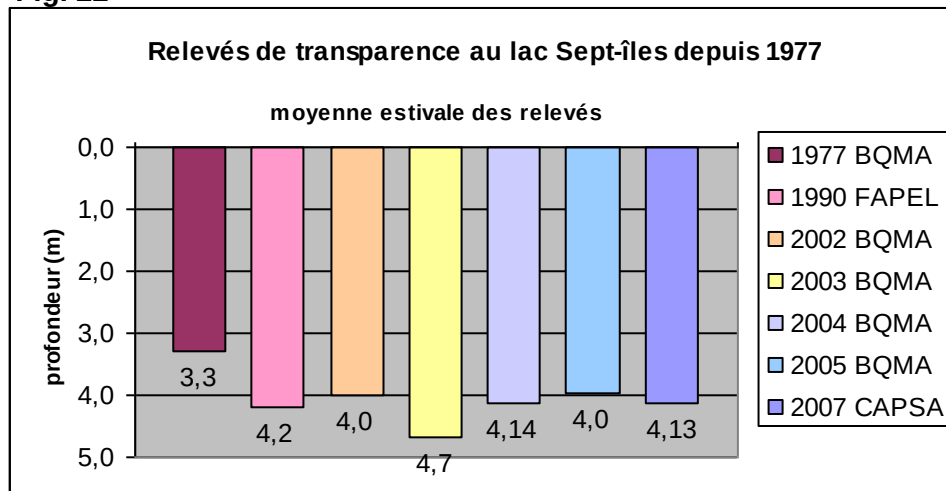
Mesurées sur place à l'aide du disque de Secchi, la transparence obtenue pour les relevés de 2007 (**figure 21**), indique pour le lac Sept-Iles une transparence qui s'associe habituellement aux lacs mésotrophes ou oligotrophes



avancés (MENV, 2004), soit présentant une valeur moyenne de 4,1m. Pour le lac aux Chiens, la transparence présente une valeur moyenne de 3,7m, généralement plus associée aux lacs dits mésotrophe. Finalement, le lac des Aulnaies présente une transparence habituellement équivalente aux lacs eutrophes, soit pour des valeurs oscillants autour de 2m.

Si on observe les relevés antérieurs disponibles (**figure 22**), la transparence du lac Sept-Iles se démontre relativement stable depuis 1990. L'écart notable du relevé de 1977 pourrait provenir du fait qu'une seule donnée était disponible pour cette saison (contrairement aux autres où nous avons la possibilité de dresser une moyenne de plus de trois relevés chacune). Cependant, la marque de 3,3m reste tout de même en deçà de l'ensemble des lectures répertoriées. Des recherches plus poussées pourraient certainement nous informer davantage sur les perturbations climatiques ou provenant d'autres origines (ex. : coupes forestières) ayant survenues juste avant cette période.

Fig. 22



Le relevé de transparence de 2007 sera utilisé avec le modèle de *Carlson* et de *Mathieu* pour l'établissement du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

3.2.6 Éléments nutritifs

Les éléments nutritifs sont essentiels au bon développement des plantes aquatiques. Certains d'entre eux, plus recherchés, comme l'azote et le phosphore, constituent d'ailleurs des facteurs limitant importants pour la croissance des plantes d'un plan d'eau et leur présence sont d'excellents indicateurs du potentiel de productivité d'un lac.

La diagnose écologique a évalué les éléments nutritifs suivants : phosphore total, azote total, nitrites-nitrates ainsi que le carbone organique dissous.

Phosphore

Un échantillonnage des concentrations de phosphore total (PT) a été effectué selon les méthodes standards au lac Sept-Iles au cours de deux périodes estivales ainsi qu'en période de retournement des eaux en automne (période de charge maximale en phosphore). Un relevé estival unique ainsi qu'un relevé automnal ont également été effectué pour les lacs aux Chiens et des Aulnaies.

Le MDDEP suggère également, afin de ne pas perturber l'état trophique des lacs, de ne pas dépasser une concentration de phosphore de 1.5 fois la concentration naturelle tout en veillant à ce que cette limite de dépassement ne permette pas de changement de classe trophique pour le lac. Donc, une augmentation maximale de 50% est permise, jusqu'à concurrence d'une concentration maximale équivalente de 10 µg/L (ou 0,01

mg/L) pour les lacs naturellement oligotrophes et de 20 µg/L (ou 0,02 mg/L) pour les lacs mésotrophes (le critère de 50% ne s'applique pas pour les lacs eutrophes).

En regard des résultats démontrés à la **figure 23**, la concentration moyenne de phosphore total observée au lac Sept-Iles équivaut à 3,7 µg/L et respectivement 3,5 µg/L et 8,6 µg/L pour les lacs aux Chiens et des Aulnaies. Ce dernier représente le plan d'eau le plus enrichie en phosphore quoique chacun des trois lacs respectent le critère de qualité de 10 µg/L du MDDEP.

La prise d'échantillons en 2002 et 2003 par M. Fournier²¹, riverain bénévole du lac Sept-Iles, nous permet d'effectuer quelques comparaisons entre les concentrations de phosphore obtenues en 2007 et celles rendues disponibles à la BQMA (**figure 24**). Il est à noter que l'analyse du phosphore à l'état de trace représente une investigation aux résultats fort volatiles du moment du prélèvement, jusqu'à la réception et l'analyse en laboratoire²². Plusieurs méthodes suggèrent d'ailleurs pour le PT-trace le prélèvement et l'analyse de trois échantillons par station afin de baser les résultats sur une moyenne des variables obtenues.

Les données obtenues à la **figure 24** révèlent une variation non-négligeable des résultats des trois années échantillonnées en période estivale mais demeurent toutefois à l'intérieur des critères de qualité suggérés par le MDDEP. L'évaluation de l'état trophique du lac Sept-Iles, présentée plus loin dans ce document, pourra corroborer une partie de ces données et démontrer si la concentration de phosphore pour le lac Sept-Iles reflète des valeurs dites « acceptables » selon son niveau trophique. D'autre part, les concentrations de PT - trace lors de la période de brassage des eaux (novembre 2007, **figure 25**) démontrent des concentrations supérieures variant entre 19 µg/L pour le lac des Aulnaies et 16 µg/L pour les lacs aux Chiens et Sept-Iles. Les prélèvements en période de retournement reflètent la charge maximale de phosphore en raison de l'absence de stratification thermique durant cette période. Le brassage permet l'homogénéisation de ce nutriment biodisponible au travers de toute la colonne d'eau tout en remettant en circulation une partie des sédiments en suspension (incluant le phosphore adsorbé).

Le résultat des concentrations de PT sera utilisé avec le modèle de *Carlson* pour l'établissement du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

²¹ Volontaire dans le cadre de la mise en place du Réseau de surveillance québécois des lacs de villégiature du MDDEP.

²² Tel que décrit dans la méthodologie, la CAPSA a procédé selon ce protocole pour les prélèvements du 4 septembre.

Fig. 23

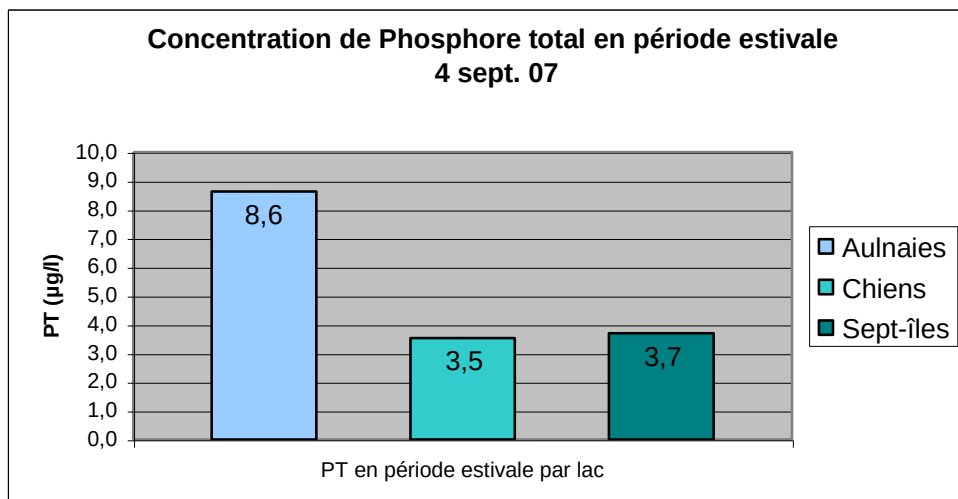


Fig. 24

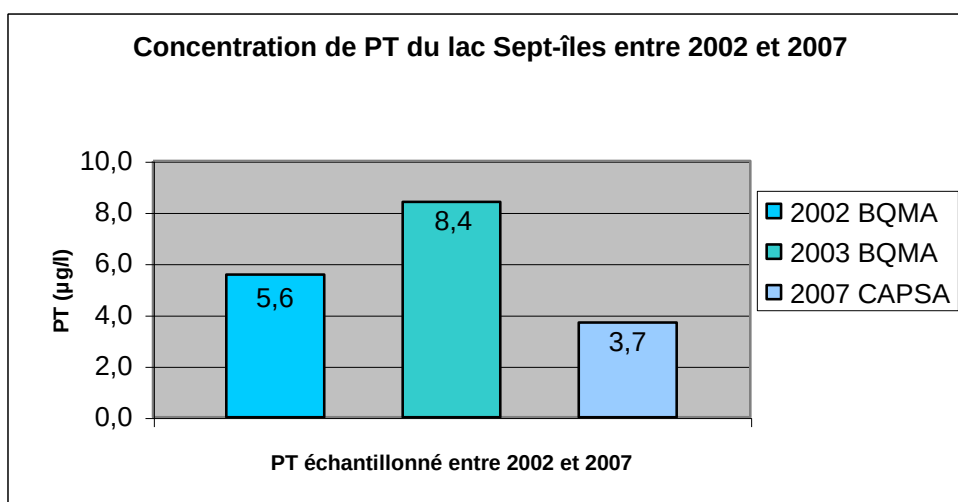
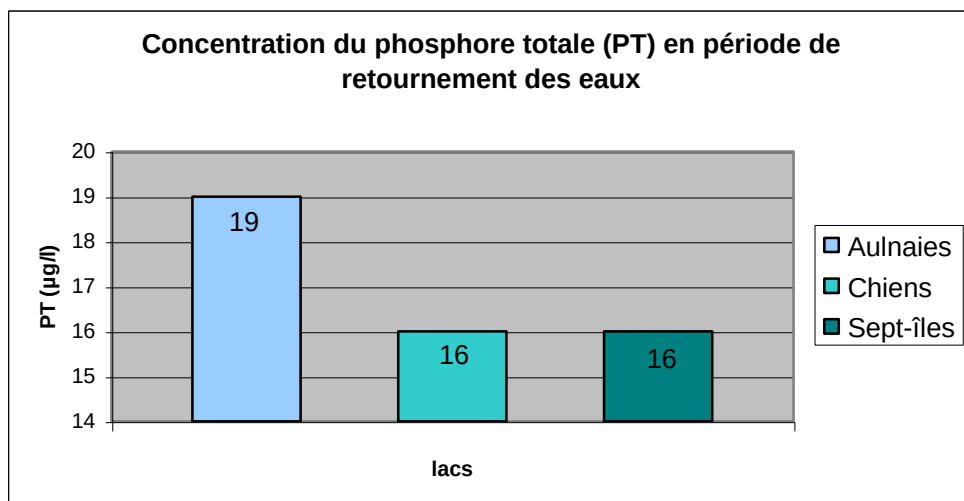


Fig. 25



Selon l'analyse théorique du Cadre écologique de référence du MDDEP (CER, 2005), la vulnérabilité du lac Sept-Iles aux apports de nutriments serait qualifiée comme étant *faible* (voir **tableau VIII**). Cette évaluation se base globalement sur la sensibilité des lacs aux apports de nutriments²³ ainsi que des probabilités de présences de zones peu profondes (zones favorables au développement des plantes aquatiques)²⁴. Par contre, l'évaluation du niveau d'atteinte des apports permis en phosphore démontre, qu'en respectant le critère du 50% des concentrations naturelles, le lac Sept-Iles aurait dépassé sa concentration maximale permise de 4,8 fois (100% représentant la valeur maximale permise).

Tableau VIII :

Interprétations des apports en nutriments selon les données du Cadre Écologique de Référence (MDDEP, 2005) pour certains lacs du bassin versant du lac Sept-Iles.			
Lacs	Vulnérabilité aux apports de nutriments	Atteinte des apports permis en phosphore	Niveau de dépassement
Sept-Iles	Modérée	Dépassé	480 %
Des Aulnaies	Forte	Dépassé	444 %
Aux Chiens	Modérée	Forte	62 %
À la perche	Forte	Forte	64 %
Du ventre rouge	Forte	Faible	26 %
Aux deux truites	Forte	Forte	83 %
Maher	Forte	Faible	9,8
Du trait carré	Forte	Modéré	57 %
Au Cèdre	Forte	Faible	21 %

Il faut rappeler cependant que cette estimation du MDDEP provient uniquement de bases de données théoriques disponibles. Aucune validation n'a été faite avec les données réelles, actuellement présentes sur le terrain (ex. : développement du réseau routier existant, derniers systèmes d'évacuation construits, débit spécifique mis à jour, etc.). Des travaux à l'échelle du bassin versant du lac Sept-Iles permettant la connaissance des concentrations naturelles réelles (ex. : développement du réseau routier existant, derniers systèmes d'évacuation construits, débit spécifique mis à jour, etc.) validerait le niveau de rétention du phosphore pour chacun des lacs ci-haut évalués et permettrait de savoir réellement si cette limite de dépassement de 1.5 x reste respectée ou se trouve actuellement dépassée.

²³ Évalué comme étant *faible* au lac Sept-Iles, cette évaluation tenait compte essentiellement de la taille et de la charge en eau des lacs.

²⁴ Considéré comme étant *forte* au lac Sept-Iles.

Azote total

Provenant essentiellement de l'atmosphère et du lessivage du sol, l'azote (N_2) contenu dans l'eau se combine à l'hydrogène (H) et l'oxygène (O_2) pour se présenter, en concentrations plus ou moins importantes, par diverses formes chimiques : notamment l'azote ammoniacal (NH_4^+), nitrates (NO_3^-) et nitrites (NO_2^-). La plupart des végétaux, animaux et matières organiques en décomposition contiennent de ces composés azotés qui peuvent se remettre en circulation à partir des déjections ou de la décomposition de ces organismes morts. Comme pour le phosphore, le rejet excessif des composés azotés dans l'eau des lacs peut provoquer un bouleversement important des équilibres physico-chimiques et contribuer grandement au processus d'eutrophisation (vieillesse prématurée des lacs). Même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration plus élevée que 1,0 mg/L dans les eaux de surface est considérée comme indicatrice d'une problématique de surfertilisation dans le milieu.

Pour les besoins de la présente étude, l'azote total ainsi que les nitrites et nitrates ont été échantillonnés à 1 mètre de la surface. L'azote total comprend l'azote sous toutes ces formes organiques et ammoniacale. L'azote total représente la somme de l'azote présent sous toutes ces formes.

Tableau IX : Concentrations d'azote total pour le lac Sept-Iles.

Azote total (mg/L N)	
2 Août 1977 (BQMA, moyenne)	4 septembre 2007 (CAPSA)
0,34	0,11

Selon les résultats obtenus en 2007, on remarque que la concentration d'azote total pour le lac Sept-Iles ne présente aucune problématique, se situant à 0,11mg/L.

Nitrites-Nitrates

Des concentrations supérieures à de nitrites-nitrates peuvent être toxiques pour la faune aquatique et la santé humaine. Les principales sources proviennent des effluents industriels et municipaux et du lessivage des terres fertilisées (agricoles, gazonnées, etc.) avoisinantes au plan d'eau. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le

développement de la flore aquatique. Le développement excessif des végétaux aquatiques s'observe au-delà de 2 à 5 mg/l.

Tableau X : Concentrations de Nitrites - Nitrates pour le lac Sept-Iles.

NO₃-NO₄ (mg/L N)		
2 Août 1977 (BQMA, moyenne)	4 septembre 2007 (CAPSA)	Critère de qualité
0,18	<0,02	10

Selon les résultats obtenus en 2007 (**tableau X**), on remarque que la concentration de NO₃-NO₄ pour le lac Sept-Iles se situe en-dessous du seuil normal de détection (<0,02 mg/L) des méthodes d'analyse.

Les recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement suggèrent des taux inférieurs à 1,0 mg /L alors que les Critères de qualité de l'eau de surface au Québec établissent à 10 mg/L les concentrations maximales acceptables de nitrites-nitrates pour la santé humaine.

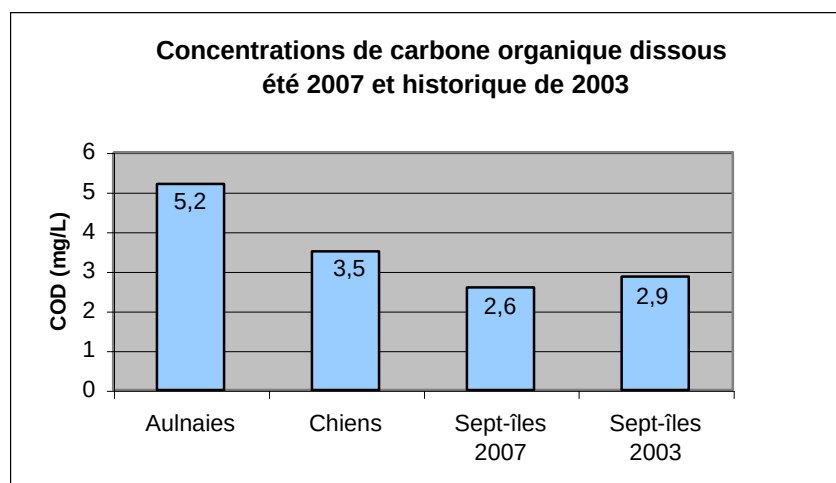
Carbone

La mesure du carbone organique dissous (COD) permet de suivre l'évolution d'une pollution organique dans les milieux aquatiques. La plus grande partie du COD présent dans les eaux

naturelles se compose de substances humiques et de matières d'origine animale et végétale partiellement dégradée ainsi que de substances organiques provenant des rejets municipaux et industriels

(particulièrement des pâtes et papiers). La mesure du COD permet d'établir une

Fig. 26



corrélation entre le COD et la demande chimique et biochimique en oxygène. Elle permet donc de suivre l'évolution de la pollution organique dans les milieux aquatiques (MENV, 2003). Malgré qu'il puisse s'agir d'un nutriment essentiel, le carbone ne limite habituellement pas la croissance des plantes et des algues d'un plan d'eau .

Pour 2007, quatre relevés de COD ont été réalisés dans le lac Sept-Iles, soit sur chacune des fosses, le 31 juillet 2007 et un dernier relevé à la fosse 3, le 4 septembre 2007. Les lacs des Aulnaies et aux Chiens n'ont été relevé qu'une seule fois chacun, soit le 4 septembre 2007. Pour les besoins de la **figure 26**, une moyenne des 4 relevés du lac Sept-Iles a été comptabilisée pour 2007, tout comme pour les trois relevés de 2003 existants à la BQMA. Les faibles valeurs démontrées dans cette figure démontrent que la couleur a peu d'incidence sur la transparence de l'eau de ces lacs.

Aucun critère de qualité n'existe au niveau du carbone organique dissous.

3.2.7 Turbidité et matières en suspension (MES)

La turbidité représente la mesure du caractère « trouble » de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et autres organismes microscopiques. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques mais également nuire à l'habitat de certaines espèces comme la truite mouchetée ou autres poissons d'eaux vives. Les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique permettent une augmentation moyenne de 5mg/L en effet par rapport à la concentration naturelle des matières en suspension du milieu et à une augmentation maximale de 25 mg/L concernant la toxicité aiguë.

Tableau XI : Turbidité et matières en suspension pour le lac Sept-Iles.

Turbidité (UNT)		
2 Août 1977, fosse 1 (BQMA)	4 septembre 2007, fosse 3 (CAPSA)	Critère de qualité jugé : bonne ²⁵
1,9	1,3	<2,3

²⁵ Tiré de : HÉBERT, S., 1996. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques

L'eau du lac Sept-Iles, selon les résultats de turbidité présentés au **tableau XI** se présente donc comme étant bonne (MENV, 1996). Les solides en suspension (MES) analysés pour le lac Sept-Iles étaient inférieurs au seuil de détection du laboratoire.

3.2.8 Minéraux

« Les sels minéraux sont des composés chimiques formés par la combinaison d'ions, par exemple, sodium (Na^+), potassium (K^+), calcium (Ca^{++}) ou magnésium (Mg^{++}), avec des chlorures (Cl^-), sulfates (SO_4^{--}) ou bicarbonates (HCO_3^-). Les ions chargés positivement sont appelés cations et ceux qui sont chargés négativement sont des anions. Les cations (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) et anions (Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^-) sont connus collectivement comme étant des **ions majeurs**. Les concentrations d'ions majeurs sont des descripteurs de base de la qualité de l'eau sur lesquels se fondent bien des critères d'utilisation de l'eau (comme pour l'eau potable, ou l'eau destinée à des fins agricoles et industrielles). »²⁶

Calcium

Jumelé au magnésium, le calcium est le principal responsable de la dureté de l'eau. Mais la concentration de calcium présente dans le milieu lacustre est particulièrement intéressante à connaître parce qu'elle influence la sensibilité du milieu à l'acidification (un peu comme pour l'alcalinité). Pour la protection de la vie aquatique, le MDDEP a donc établi une échelle de valeur permettant de classer cette sensibilité selon les concentrations en calcium des milieux aquatiques.

Tableau XII : Résultat de la concentration de calcium et sensibilité à l'acidification.

Sensibilité à l'acidification et concentration du calcium (mg/L)			
Élevée	Moyenne	Faible	Lac Sept-Iles
< 4	4 - 8	> 8	2,9

En concordance avec le niveau d'alcalinité du lac Sept-Iles (voir section 3.2.4), on constate que pour un résultat équivalent à 2,9, le lac Sept-Iles possède une sensibilité à l'acidification élevée. Des analyses effectuées antérieurement et tirées de la BQMA ont révélé des concentrations équivalentes en 1972 et 1977 (oscillant entre 2,4 et 2,9) mais légèrement supérieures selon un relevé de mars 1971 avec une concentration de 4 mg/L (sensibilité qualifié de moyenne).

Pour la période d'échantillonnage, le lac Sept-Iles ne présente donc aucune concentration de calcium préoccupante.

²⁶ Source : <http://www.gemswater.org/atlas-gwq/salts-f.html>

Magnésium

Le magnésium est l'un des principaux facteurs de la dureté de l'eau. Dans les régions riches en roches magnésiques, l'eau peut contenir entre 10 et 50 mg/L de cet élément.

La concentration de magnésium observée au lac Sept-Iles en 2007 correspondait à **0,42** mg/L. Les concentrations observées en 1971, 1972 ainsi qu'en mai et août 1977 présentaient des valeurs équivalentes (entre 0,4 et 0,8 mg/L).

Potassium

Les concentrations naturelles de potassium dans les lacs et cours d'eau sont très faibles (habituellement moins que 5 mg/L). Bien que la concentration de potassium augmente avec l'usage d'engrais, elle n'atteint jamais un niveau préoccupant quant à la qualité de l'eau.

La concentration de potassium observée au lac Sept-Iles en 2007 correspondait à **0,35** mg/L. Les concentrations observées en 1971, 1972 ainsi qu'en mai et août 1977 présentaient des valeurs de 0,4 et 0,5 mg/L.

Sodium

N'étant pas mobile dans sa forme solide, le sodium absorbe par contre l'humidité très facilement. Il réagit donc rapidement avec l'eau, la neige et la glace, pour produire de l'hydroxyde de sodium et de l'hydrogène. Le seul critère disponible pour la qualité de l'eau au Québec concerne le critère de concentration pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques équivalent à 200 mg/L (au-delà de cette concentration les propriétés esthétiques et organoleptiques de l'eau pourraient être altérées).

La concentration de sodium observée au lac Sept-Iles en 2007 correspond à **1,2** mg/L. Les concentrations observées en 1971, 1972 ainsi qu'en mai et août 1977 présentaient des valeurs entre 0,9 et 1,4 mg/L.

3.3 Caractéristiques biologiques

Les caractéristiques biologiques du lac Sept-Iles incluent l'analyse de la Chlorophylle *a* et du seston. À ces paramètres prévus au protocole initial, s'ajoute une interprétation libre de l'épisode de fleurs d'eau de cyanobactéries observées dans l'ensemble du lac Sept-Iles à la fin du mois septembre 2007. Toujours en référence au protocole initial et puisque l'état des populations de poissons du lac Sept-Iles se retrouve déjà fort bien



documenté, aucun inventaire ichtyologique n'a été effectué dans le cadre de la présente diagnose.

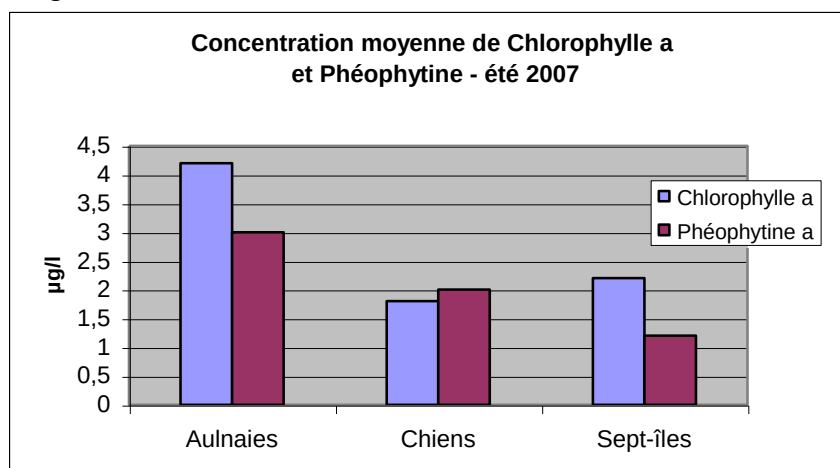
3.3.1 Chlorophylle a

La chlorophylle a (Chl a) est un indicateur de la biomasse phytoplanctonique présente dans les eaux naturelles. Elle représente le plus important pigment chez les organismes photosynthétiques aérobies (excluant les cyanobactéries) et toutes les algues en contiennent.

Parallèlement à l'analyse de la Chl a, les concentrations de phéophytines a se trouvent également, à défaut, avoir été mesurées. C'est une correction devant être apportée pour l'interférence que la phéophytine a crée sur la mesure de la Chl a qui du même coup, permet de la doser.

Selon la **figure 27**, le lac Sept-Îles affiche une concentration moyenne de chlorophylle a de 2,2 µg/L, habituellement représentatif des lacs oligotrophes. Par contre, le lac des Aulnaies présente une

Fig. 27



concentration de 4,2 µg/L qui révèle un milieu à la biomasse d'algues microscopiques en suspension élevée. Il est à noter, que comme certains autres paramètres prélevés dans le cadre de cette diagnose, (COD et PT en période estivale), les concentrations de chlorophylle a pour le lac Sept-Îles représente une valeur moyenne issue de 4 prélèvements, soit un pour chaque fosse effectué le 31 juillet et un quatrième effectué à la fosse 3 le 4 septembre 2007. Un seul prélèvement pour la chlorophylle fut effectué aux lacs aux Chiens et des Aulnaies, soit le 4 septembre.

Tableau XIII : Concentration de chlorophylle *a* et phéophytine *a* pour le lac Sept-Iles.

Biomasse phytoplanctonique du lac Sept-Iles (mg/m ³)			
Chlorophylle <i>a</i>			Phéophytines <i>a</i>
1977	été 2003	été 2007	2007
N/A	4,2	2,2	1,2

Selon les prélèvements de M. Fournier, la concentration de chlorophylle *a* du lac Sept-Iles en 2003 présentait des valeurs beaucoup plus élevées, correspondant davantage aux attributs d'un lac franchement mésotrophe. Fait important à remarquer, même si les concentrations de chlorophylle sont normalement plus élevées au cœur de l'été (juillet-août), les prélèvements de 2007 démontre que les résultats du 31 juillet sont inférieurs aux résultats de septembre : ce qui n'avait pas été le cas pour les prélèvements de 2003 où la plus forte concentration avait été observé à l'échantillon médian de l'été, le 13 juillet 2003 et que le prélèvement de août se rapprochait davantage des résultats obtenus en 2007.

Aucune données de chlorophylle de 1977 disponibles à la BQMA ne fût utilisées dans la présente comparaison en raison des méthodes d'analyse différentes alors utilisées.

Le résultat de Chl *a* sera utilisé avec le modèle de *Carlson* pour l'établissement du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

3.3.2 Seston

Le seston représente l'ensemble des éléments flottants dans l'eau, vivants ou morts, organiques ou minéraux dont les dimensions sont telles que leur vitesse de sédimentation est très lente. Il est aussi un indicateur de la productivité d'un milieu.

Le seston prélevé à la fosse 3 du lac Sept-Iles le 7 septembre 2007 correspond à 50 mg/m³, ce qui représente une valeur assez élevée par exemple pour des lacs prétendus oligotrophe.

Le seston sera utilisé avec le modèle de *Mathieu* pour l'évaluation du niveau trophique du lac Sept-Iles (voir section 3.4).

3.3.3 Cyanobactéries

Une émergence de fleurs d'eau de cyanobactéries a été observée au lac Sept-Iles au cours des travaux de caractérisation du littoral, soit entre le 18 septembre et le début du mois d'octobre 2007. Les fleurs d'eau ont principalement été remarquées sous forme



dispersée dans les premières couches de l'épilimnion et parfois, selon les heures et les jours de la période d'observation (habituellement tôt le matin, journée ensoleillée, sans vent), sous forme de faibles écumes au niveau de quelques baies localisées du lac. Pendant la caractérisation du littoral, les particules de cyanobactéries de teinte bleu-vert ou bleu-gris, ont pu être remarquées jusqu'à des profondeurs de 1,5 à 2 mètres ou jusqu'où la luminosité permettait leur distinction et ce, dans l'ensemble du lac Sept-Iles et du lac des Aulnaies (aucune caractérisation du littoral n'a été entreprise au niveau du lac aux Chiens).

Selon les analyses effectuées par l'équipe du MDDEP, aucun des échantillons prélevés en période de dispersion ne présentait de concentrations supérieures aux seuils acceptables pour la baignade (**100 000 cell./ml**) et la consommation d'eau potable (**20 000 cell./ml**)²⁷. Cependant, un échantillon prélevé par M. Michel Fleury (résident) à même une écume de fleurs d'eau, a présenté des abondances supérieures aux seuils acceptables pour la consommation d'eau potable et de la baignade (classes d'abondance de **100 000 à 500 000 Cell./ml**). Aucune cyanotoxine extra et intracellulaire n'a été détectée lors de l'analyse des échantillons.

Selon certaines études récentes²⁸, les principaux facteurs environnants influençant les conditions favorables au développement et à la fréquence des apparitions de fleurs d'eau de cyanobactéries se résument ainsi :

- Présence et/ou abondance des résidences (ou chalets) dans le bassin versant
- Paysage ou aménagement du territoire dans le bassin versant (agriculture, forêt, réseau routier, législation en vigueur, etc.) ;
- Réchauffement climatique.

Si nous nous retournons face aux résultats obtenus au cours de la présente diagnose, plusieurs éléments doivent être considérés pour tenter d'expliquer les conditions qui favorisent actuellement le lac Sept-Iles au développement des cyanobactéries.

- Morphologie et hydrologie : Temps de rétention (temps de renouvellement, structure de retenue), % de zones peu profondes, rapport de drainage, etc. ;
- Augmentation de la température et déficience en oxygène (hypolimnion) = favorise le relargage du Phosphore... ;
- Présence de nutriments tel que le phosphore (P) et l'azote (N) (P : facteur limitant au développement et N : moyen de dispersion et devient aussi facteur limitant lorsque P est abondant)
- Niveau trophique du plan d'eau ;
- État de la bande riveraine...etc.

²⁷ Les classes d'abondance oscillent entre 5 000 et 10 000 cell./ml.

²⁸ Source. : David Bird, professeur UQAM, Colloque sur les cyanobactéries, janvier 2008.

3.4 État trophique

Malgré le fait que nos lacs sont nés de l'action des glaciers, il y a neuf à douze mille ans, beaucoup sont demeurés dans un état oligotrophe, c'est-à-dire relativement jeune grâce à l'influence des dépôts ou des ensembles géologiques existants au Québec. Par contre, plusieurs lacs sont anormalement vieillis par la proximité des communautés humaines ; par la modification du paysage que celles-ci créent (artificialisation des rives, aménagement forestier, agriculture, etc.) et de l'apport excessif de substances nutritives qu'elles engendrent (eaux usées, engrais, érosion). De ces substances nutritives, les composés phosphorés et azotés sont généralement considérés comme tenant le rôle-chef dans l'eutrophisation dite « culturelle » ou d'influence anthropique. L'évaluation de l'état trophique du lac Sept-Iles apportera donc une indication sur le niveau d'évolution du lac en regard des activités humaines et de ses conditions naturelles.

Deux modèles reconnus ont été utilisés pour faire l'évaluation du niveau trophique, soit l'indice de *Carlson* et l'indice de *Mathieu*. L'indice de *Carlson* (1977) est fondé sur une échelle d'interprétation utilisant trois variables mesurées en surface dans le lac, soit la **transparence**, la **biomasse phytoplanctonique** (chlorophylle α) et la concentration du **phosphore total**. Chacune de ces variables fournit ses propres conclusions sur une même échelle trophique.

Le **tableau XIV** présente les valeurs des différentes variables utilisées pour évaluer l'indice trophique de *Carlson*. Les cotes servent d'indicateurs d'un niveau trophique (indice TSI). Pour effectuer l'exercice, nous avons utilisé la transparence moyenne du lac Sept-île en 2007 (4,13m), la moyenne du phosphore totale observé pendant l'été aux fosses 2 et 3 incluant le résultat du phosphore au retournement²⁹ (donne 7 $\mu\text{g/L}$ en moyenne) ainsi que la moyenne estivale des résultats de chlorophylle a du lac Sept-Iles également (2,2 $\mu\text{g/L}$).

²⁹ Le phosphore au retournement correspond à 16 $\mu\text{g/L}$ à la fosse 2.

Tableau XIV : Indice trophique pour le modèle de *Carlson*

Niveau trophique	Indice TSI	Transparence (m)	Phosphore total (µg/L)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/L) ³⁰
oligotrophe	0	64	0,75	0,04
oligotrophe	10	32	1,5	0,12
oligotrophe	20	16	3	0,34
oligotrophe	30	8	6³¹	0,94
mésotrophe	40	4	12	2,6³²
mésotrophe	50	2	24	6,4
eutrophe	60	1	48	20
eutrophe	70	0,5	96	56
eutrophe	80	0,25	192	154
eutrophe	90	0,12	384	427
eutrophe	100	0,062	768	1 183

Les équations développées par *Mathieu et coll.* (1979) permettent également d'évaluer le niveau trophique (NT) et ont l'avantage d'être développées à partir d'une large base de données disponibles pour les lacs québécois. La formule linéaire prend la forme suivante :

$$NT = 7,952 + (-0,024 * O_2 \text{ dissous}) + (-0,703 * \text{transp.}) + (-0,117 * \text{prof. moy.}) + (0,01 * \text{seston})$$

$$4,9496 = 7,952 + (-0,024 * 0) + (-0,703 * 4,1.) + (-0,117 * 5,3.) + (0,01 * 50,0)$$

Cette valeur possédera une marge d'erreur de 1,4 avec une chance sur dix de se tromper. L'oxygène dissous utilisé représente le % de saturation mesuré à 1 mètre du fond, soit 0 % à 16 mètres dans la fosse 3 du lac Sept-Iles au 4 septembre 2007.

Le **tableau XV**, illustré ci-dessous, met en parallèle le stade trophique et l'échelle numérique de *Mathieu et coll.*

³⁰ Les valeurs de chlorophylle *a*, exprimées en µg/L sont équivalentes à celles exprimées en mg/m³ dans les résultats.

³¹ Selon le résultat de 7 µg/L pour le P du lac Sept-Iles, l'indice TSI sera considéré légèrement à la hausse lors de l'évaluation finale de la cote trophique.

³² Selon le résultat de 2,2 µg/L pour la chl *a* du lac Sept-Iles, l'indice TSI sera considéré à la baisse lors de l'évaluation finale de la cote trophique.

Tableau XV : Niveau trophique du lac Sept-Iles selon l'indice du modèle de *Mathieu*

Niveau trophique (NT)	Âge	Échelle numérique
Oligotrophe	jeune	0 – 3,75
Mésotrophe	moyen	3,75 – 7,5
Eutrophe	vieux	7,5 - 10

Les résultats de l'évaluation du niveau trophique pour la présente étude, selon les deux modèles, sont présentés dans le **tableau XVI**. Selon les deux échelles, il apparaît que le lac Sept-Iles oscille entre deux niveaux trophiques.

Tableau XVI : Niveau trophique du lac Sept-Iles, selon les indices de *Carlson* et de *Mathieu*.

Indice	Valeur réelle	Valeur associée	Niveau trophique
Indices de Carlson			
Transparence	4,1 m	39,75	oligotrophe
Phosphore total	7 µg/L	31.7	oligotrophe
Chlorophylle <i>a</i>	2,2 µg/L	37,6	oligotrophe
Indice de Mathieu			
Niveau	n/a	4,95	mésotrophe
Interprétation globale de l'indice trophique basée sur la qualité de l'eau	Charnière oligotrophe-mésotrophe		

L'exercice nous révèle que l'indice de *Carlson* nous indique un stade oligotrophe avancé alors que l'indice de *Mathieu* nous définit plutôt un niveau clairement mésotrophe. Nous pouvons donc interpréter que le lac Sept-Iles vit actuellement un niveau trophique charnière, c'est-à-dire qu'il quitte tranquillement son stade évolutif oligotrophe pour entrer dans sa période mésotrophe (milieu de vie). Cette disparité entre les deux indices proposés origine principalement du fait que l'indice de *Carlson* met en valeur des paramètres qui nous sont apparus moins concluants au cours de la présente étude (phosphore total et chlorophylle *a* notamment) alors que l'indice de *Mathieu* fait appel à des éléments qui ont révélé davantage sur les perturbations que vit le lac Sept-Iles et qui ont pu être observés en 2007 (dont l'oxygène dissous et la concentration en seston). En d'autres interprétations, nous pourrions parlé du lac Sept-Iles en titre de vieux lac oligotrophe, ou de jeune mésotrophe !

3.5 Caractérisation du littoral

Deux aspects ont principalement été étudiés pour le littoral du lac Sept-Iles : le degré d'envasement (accumulation et nature des sédiments) et le recouvrement par les plantes aquatiques. Comme le littoral représente un milieu de transition entre la berge et la zone profonde du lac, l'évaluation de ces deux aspects permet de se faire une idée sur les perturbations pouvant provenir de l'amont (berge et ensemble du bassin versant) ainsi que, par le cheminement gravitationnel des particules, de l'état prochain ou futur de la zone profonde ; car tout ce qui se trouve dans le littoral, s'achemine tranquillement vers le fond du lac.

Tel que stipulé dans la méthodologie, les emplacements de stations de mesures ont été répartis parmi six sections distinctes (du lac Sept-Iles et lac des Aulnaies) et conditionnés par la présence, de baies, de l'embouchure des tributaires et/ou de zones sous-exposées aux vents et courants dominants.

À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a été réalisée jusqu'à maintenant pour connaître les véritables conditions du littoral du lac Sept-Iles, n'eut été de certains calculs de superficie occupée par les zones du 0 à 6 mètres de profondeur (FAPEL, 1990) ainsi que les travaux de caractérisation des milieux humides du lac Sept-Iles (CAPSA, 1999). Les résultats qui seront ici présentés font donc office de « première étude » en ce qui concerne les niveaux d'envasement du littoral des lacs Sept-Iles et des Aulnaies et d'un aperçu des communautés de plantes submergées qui y sont associées.

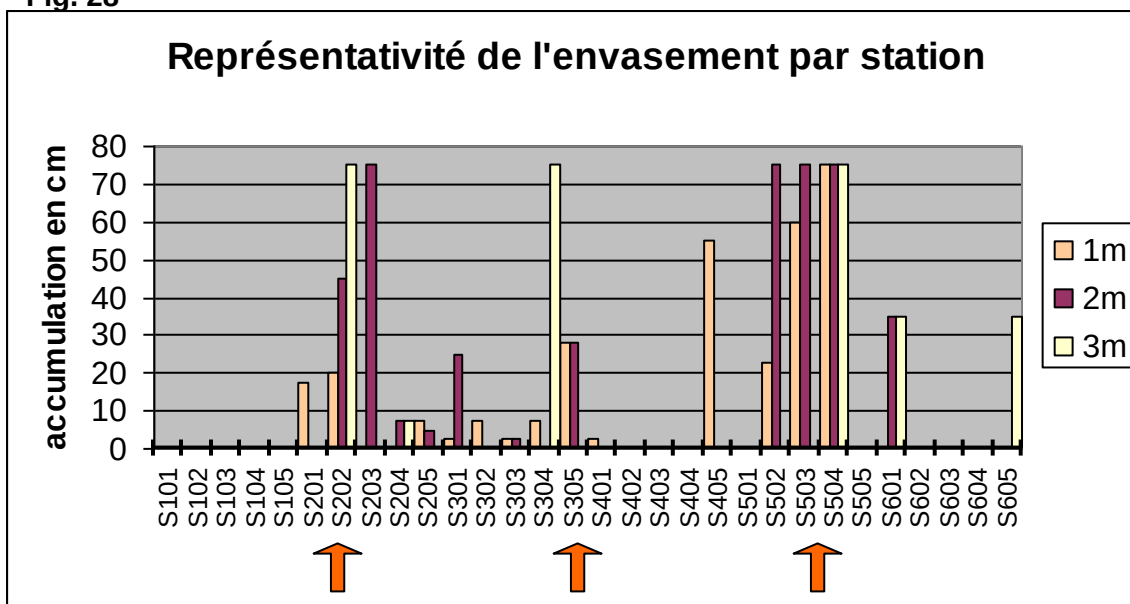
3.5.1 Envasement

Le littoral des baies sous-exposées aux vents et aux courants dominants est habituellement une zone propice à l'accumulation de sédiments (moins de brassage, plus de dépôts). L'arrivée d'un tributaire, soumis à l'érosion, peut également contribuer ou même être la cause de la sédimentation d'une partie du littoral, tout comme l'aménagement d'une plage artificielle ré ensablé périodiquement. Normalement, peu d'accumulation sédimentaire devrait être observée d'année en année au niveau du littoral puisque cette zone est passablement exposée à la turbulence des eaux (brassage qui empêche habituellement le dépôt des particules). C'est donc au niveau des fosses que l'épaisseur des sédiments est généralement plus imposante, en raison du phénomène de gravité et de la faible turbulence présente au niveau de l'hypolimnion. Les relevés d'oxygène dissous du lac Sept-Iles présentés précédemment (hypolimnion en anoxie), à l'égard de certains autres paramètres (température, seston, etc.), nous laisse à penser que le tapis du lac Sept-Iles repose effectivement sous une importante accumulation de sédiments et de matières organiques en décomposition. Aussi, en

dehors de la mise en place de conditions favorables à l'anoxie, il est important de souligner que les excès de sédiments peuvent apporter d'autres désavantages à l'écosystème lacustre, notamment, le colmatage des frayères à Omble de fontaine.

Dans l'ensemble et selon nos observations, le littoral du lacs Sept-Iles ne présente pas d'accumulation préoccupante en tant que tel ; il faut se rappeler que le lac Sept-Iles, de par sa morphométrie naturelle, est un lac généralement peu profond, où se côtoie plusieurs communautés de plantes aquatiques bien établies (milieux humides). Par contre, nos observations ont quand même permis de cibler certains secteurs plus révélateurs (**figure 28**) ainsi que d'autres facteurs importants à considérer, comme la présence de périphyton sur la majorité des stations (accumulation d'algues microscopiques sur les substrats).

Fig. 28



Selon les données démontrées par la **figure 28**, trois ensembles de stations nous indiquent une accumulation importante de sédiments au niveau du littoral (voir carte 5 pour localisation des stations).

- La station S202, situé à proximité de la plage du Camp de Portneuf, a démontré approximativement, 20cm d'épaisseur de sédiments à une profondeur de 1m, 45cm à 2m et plus de 75cm d'envasement à 3m de profondeur (les accumulations supérieures à 75cm ne pouvant être entièrement mesurées).
- Les stations S304 et S305, face au lac aux Chiens ont également démontré des accumulations notables avec plus de 75 cm d'accumulation à 3m sur la S304 ainsi que 25 à 30 cm à 1 et 2m sur la S305. Notez qu'aucune mesure n'a pu être relevée sur le 2m de la S304 et à 3m de la S305 en raison de mauvaises

conditions (faible luminosité). La proximité de l'embouchure de la passe du lac aux Chiens, peut certainement être en lien avec ce profil d'envasement.

- Finalement, la série de stations du secteur 5 (S502, S503, S504) représente les relevés du lac des Aulnaies. Comme cette fraction du lac Sept-Iles représente un secteur reconnu historiquement comme milieu humide (d'où origine fort probablement le nom de lac « des Aulnaies »), il est difficile de prétendre que les accumulations observées sont toutes issues de l'apport de sédiments en provenance des berges et du développement résidentiel environnants. Cependant, il est important de signaler que les trois stations du lac des Aulnaies ont pratiquement toutes indiqué des épaisseurs supérieures à 75cm d'envasement et la plupart du temps, indistinctement des profondeurs sondées.

Dans l'ensemble, les stations visitées présentaient des substrats définis par des sédiments fins tels que sable et matière organique, ainsi que par des sédiments grossiers, tels que roches et plus rarement de galets et gravier.

3.5.2 Macrophytes

L'accumulation de sédiments au niveau du littoral joint aux zones de faibles turbulences (eaux calmes) favorise inévitablement l'implantation et la prolifération des plantes aquatiques (aussi appelé macrophytes). Leur présence est un bon indicateur de la disponibilité d'un terreau fertile, riche en éléments nutritifs mais principalement, leur essor ou expansion quasi spontanée dans un secteur du lac signale un apport important d'un nouvel élément contribuant, par enchaînement, au vieillissement prématuré du lac.

Les relevés qui ont été effectués représentent l'évaluation en pourcentage du recouvrement par les plantes aquatiques, observé directement aux stations de mesures d'envasement. Les résultats obtenus peuvent donc être considérés comme représentatif d'un portrait global de l'ensemble du littoral des lacs Sept-Iles et des Aulnaies, même si les mesures ont été prises sur des stations localisées.

Tableau XVII : Cote de valeur selon les % de recouvrement des plantes aquatiques.

Cote	% de recouvrement
0	absent
1	< 10%
2	10 à 25 %
3	25 à 50 %
4	50 à 74 %
5	> 75 %

Les cotes de valeurs ont été attribuées selon des groupes de pourcentage (**tableau XVII**) pour les profondeurs de 1, 2 et 3 mètres et ce pour trois strates végétales différentes, soient les plantes submergées, flottantes et émergentes.

Fig. 29

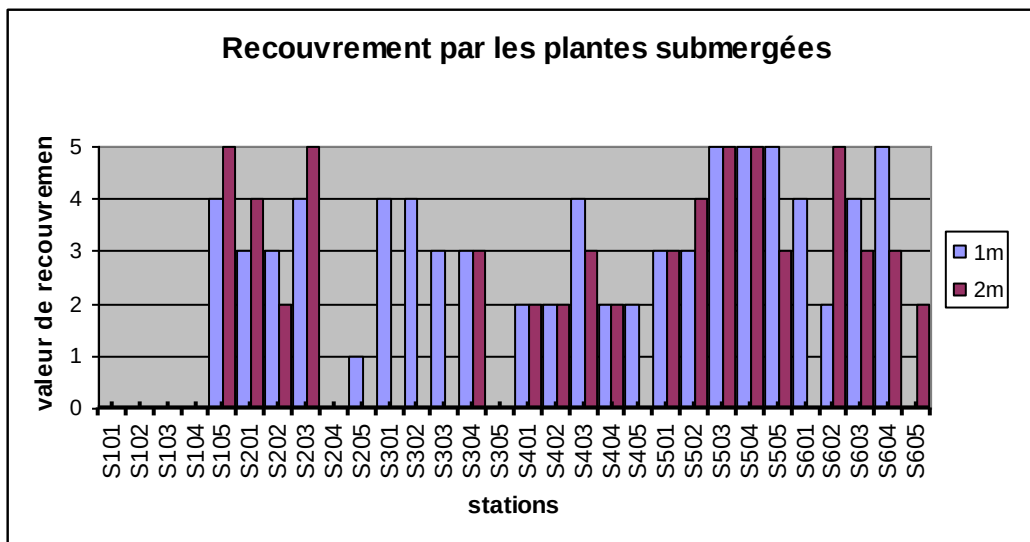
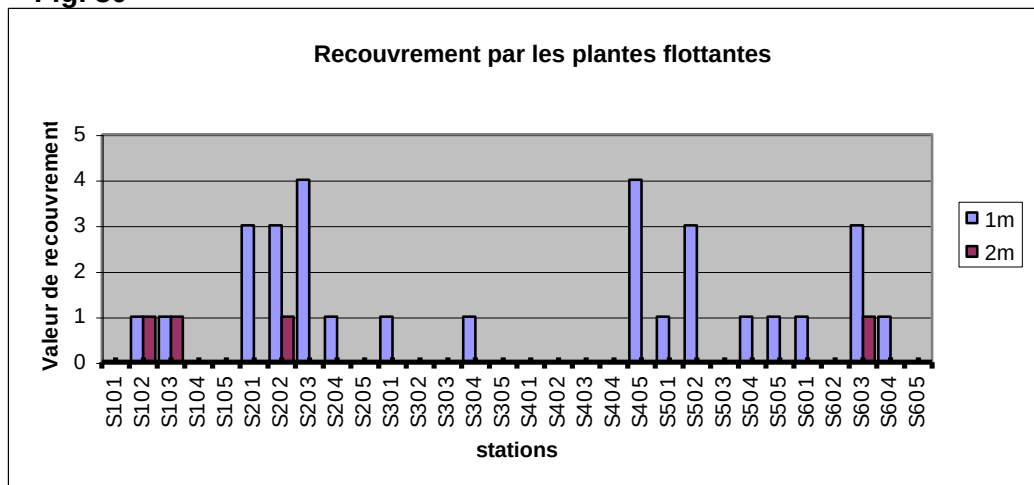


Fig. 30



Dans son ensemble, le lac Sept-Iles présente une bonne communauté de plantes submergées (voir liste non-exhaustive en **annexe 7**), représentative de la surface propice au développement des plantes aquatique autour du lac. Ce pourcentage s'évalue en tenant compte de la transparence (qui représente, selon les données de 2007, une profondeur de 4 mètres pour le lac Sept-Iles) et de la surface maximale qu'occupe normalement le littoral (soit la surface située entre 0 et 6 mètres de profondeur).

3.6 Caractérisation de la bande riveraine

Si le lac représente un reflet de l'ensemble de son bassin versant, il l'est d'autant plus de ses bandes riveraines. Qualifiées également de rives ou de berges, celles-ci est en interrelation constante entre le milieu terrestre, le littoral et l'ensemble du lac. L'état du lac se trouve donc directement garant de l'état de sa bande riveraine ou de l'usage que l'on fait de celle-ci.

La présence de végétation abondante dans la bande riveraine s'avère essentielle pour préserver l'harmonie de l'écosystème lacustre. L'enracinement des végétaux en bordure du lac contribue à la stabilisation du sol contre l'érosion (notamment celle créée par le ruissellement et l'action des vagues) et assure le rôle indispensable qu'est celui de filtre et de barrière, en captant les éléments nutritifs lessivés par la pluie et en retenant les sédiments charriés par l'eau de ruissellement. De plus, cette bande assure ombre et fraîcheur en bordure du lac et contribue ainsi à équilibrer les températures du milieu lacustre tout en tempérant les réchauffements excessifs du littoral. De par ce fait, la croissance des algues et des plantes aquatiques (stimulées par la chaleur) s'en trouve aussi restreinte.

Pour la caractérisation de la bande riveraine du lac Sept-Iles (incluant le lac des Aulnaies), nous avons appliqué le « Protocole de caractérisation de la bande riveraine » proposé par le MDDEP (2007) et suggéré aux volontaires du Réseau de surveillance des lacs de villégiature du Québec. Ce protocole de caractérisation permet principalement de 1) décrire et localiser l'utilisation du sol ainsi que les types d'aménagements autour du lac et, 2) estimer leur importance dans l'ensemble du lac. L'exercice permet ainsi d'évaluer la qualité des aménagements dans la bande riveraine et le degré de transformation du milieu naturel (MDDEP, 2007). L'étude effectuée en 1981 par le *Programme des lacs* du Ministère de l'environnement de l'époque³³, nous permettrons également d'effectuer certaines comparaisons avec les observations de 2007.

Comme précisé dans la méthodologie (voir section 2.0), c'est après avoir été segmentée en zone homogène que la bande riveraine fut observée sous deux aspects : soit sur une profondeur de 15 mètres (même si le 10 mètres prévaut généralement au lac Sept-Iles selon la définition de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables³⁴) et ensuite selon la ligne de rivage (longueur de la bande). Dans l'ensemble des lacs Sept-Iles et Aulnaies, soit sur une longueur équivalente à 20,2 km de rivage, seulement trois catégories d'utilisation de sol sont ressorties : Naturelle (N), d'Infrastructure (I) (bord de route et pont) et Habité (H). Pour certaines zones, plusieurs de ces catégories pouvaient être attribuées (ex. : Naturelle et habitée (N, H)). Dans l'ensemble, 51 zones homogènes ont été dégagées pour dévoiler que **55%** des lacs

³³ *Évaluation du degré d'artificialisation du Lac Sept-Iles*, 1981, Programme des lacs, Environnement Québec,

³⁴ Voir encadré de la p. 7 pour plus de précisions..

Sept-Iles et des Aulnaies possédait des rives strictement occupées par les habitations (H), **5%** par des habitations accompagnées d'infrastructures (I, H), **6%** par des habitations accompagnées d'infrastructures et de portions naturelles (N, I, H), **28%** par des habitations accompagnées de portion naturelle seulement (N, H) et finalement, **6%**, strictement naturel (N). Ce qui nous permet de démontrer que **94 %** des rives des lacs Sept-Iles et des Aulnaies présentent, dans une large ou moindre mesure, des segments habités (**figure 31**).

Fig. 31

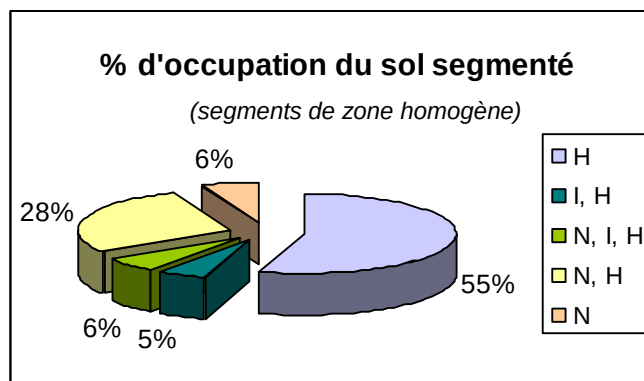


Fig. 32

Selon l'ensemble des zones homogènes et tel que démontré à la **figure 32**, il a été estimé que **45,5%** de la bande riveraine de 15 mètres ceinturant les lacs Sept-Iles et Aulnaies présentait une surface à végétation naturelle ; **47%**

présentait des aménagements de type ornemental alors que **7,5 %** de la bande de 15 mètres présentait des matériaux inertes (asphaltes, blocs, ciment, entrée de gravier, etc.). C'est donc **54,5%** de la bande riveraine du 15 mètres réglementaire qui offre des conditions non-optimales ou inadéquates pour préserver la qualité de l'eau du lac.

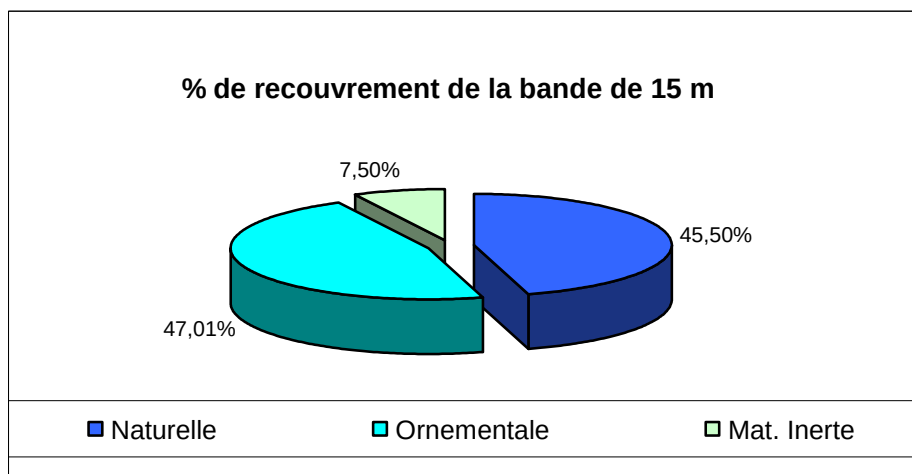
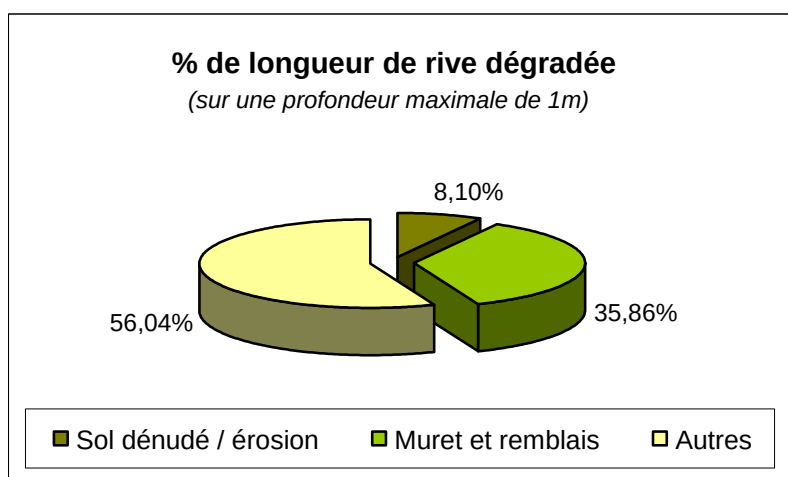


Fig. 33



Pour le dernier aspect évalué (**figure 33**), soit le niveau de dégradation de la longueur de rive, il ressort qu'environ **8%** de la rive ceinturant directement les lacs Sept-Iles et des Aulnaies présente des sols dénudés ou érosifs, alors que près de **36%** présente des murets ou remblais, des aménagements inappropriés pour la protection du lac (favorise le réchauffement, perte d'habitat pour les organismes aquatiques, transport de sédiments, etc.). Tel que mentionné dans la méthodologie, cette dernière évaluation ne portait que sur la ligne de rivage, c'est-à-dire la portion de terre directement à la conjonction des eaux (considérons environ de 1' à 3', soit jusqu'à 1m en profondeur de rivage).

Ce qui démontre bien dans l'ensemble, que les lacs Sept-Iles et des Aulnaies présentent des berges hautement artificialisées, quoique plusieurs segments laissent place, parmi les habitations, à une végétation importante.

L'évaluation de la ceinture riveraine de 10 mètres, tirée de l'« *Évaluation du degré d'artificialisation du lac Sept-Iles* », publié en 1981 par le *Programme des lacs* nous permet de comparer le niveau d'évolution de cette bande riveraine avec les observations de la bande riveraine de 15 mètres de 2007. En regard de notre évaluation (voir figure 26) le lac Sept-Iles de 1980 (incluant le lac des Aulnaies) présentait **48,11%** d'aménagement naturel, **39,69%** d'aménagement ornemental ainsi que **12,20%** d'aménagement dur (ou inerte).

Tableau XVIII : Portrait général de la bande riveraine des lacs Sept-Iles et des Aulnaies

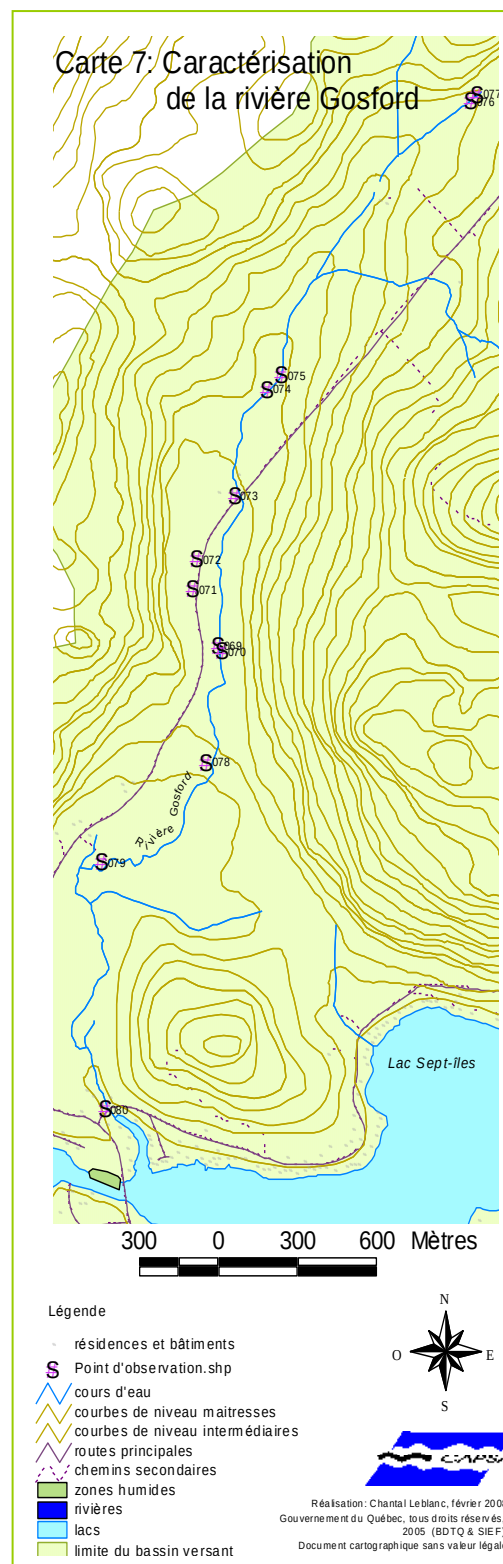
Portrait général de la bande riveraine des lacs Sept-Iles et des Aulnaies		
Type d'aménagement	1980 (10 m)	2007 (15 m)
Naturel	48,11%	45,50%
Ornemental	39,69%	47,01%
Dur ou Inerte	12,20%	7,50%

Bien que ce type d'évaluation repose sur des critères qualitatifs et que les résultats finaux sont directement liés au jugement de chaque évaluateur, ces données demeurent intéressantes à comparer et permettent d'observer une certaine évolution dans la bande riveraine. Comme en témoigne le **tableau XVIII**, il semble que la végétation naturelle tout comme la matière inerte ont perdu un peu de terrain au profit de l'aménagement ornemental. Bien qu'il peut être réjouissant de savoir l'aménagement dur diminué, il est bon de préciser ici, que tant pour les travaux de 2007 que pour l'étude de 1981, les pelouses et gazons font partis des constituants définis par l'aménagement ornemental ; un aménagement qui demeure inadéquat pour conférer aux bandes riveraines toutes leurs propriétés filtrantes et de protection.

3.7 Situation de la rivière Gosford

Suite à la prospection de la rivière Gosford, en amont du chemin du lac Sept-Iles, il s'est avéré qu'aucun élément ou perturbation aggravante n'a pu être relevé. L'inspection des quelques infrastructures environnantes ou adjacentes à ce tributaire important du lac Sept-Iles ne présentait pas d'anomalies ou de facteurs, tel que érosion, transport de sédiments, etc. pouvant affecter le cours d'eau (et conséquemment le lac) de manière importante. L'ensemble du cours d'eau circule bien, hormis un ouvrage de retenu à la tête du cours d'eau et de certains autres ouvrages du même type localisé sur certains affluents et ruisseaux adjacents au cours d'eau principal.

Cependant, aucun échantillon n'a été prélevé; ce qui ne nous permet pas de statuer sur les valeurs intrinsèques de la qualité de l'eau de ce tributaire.

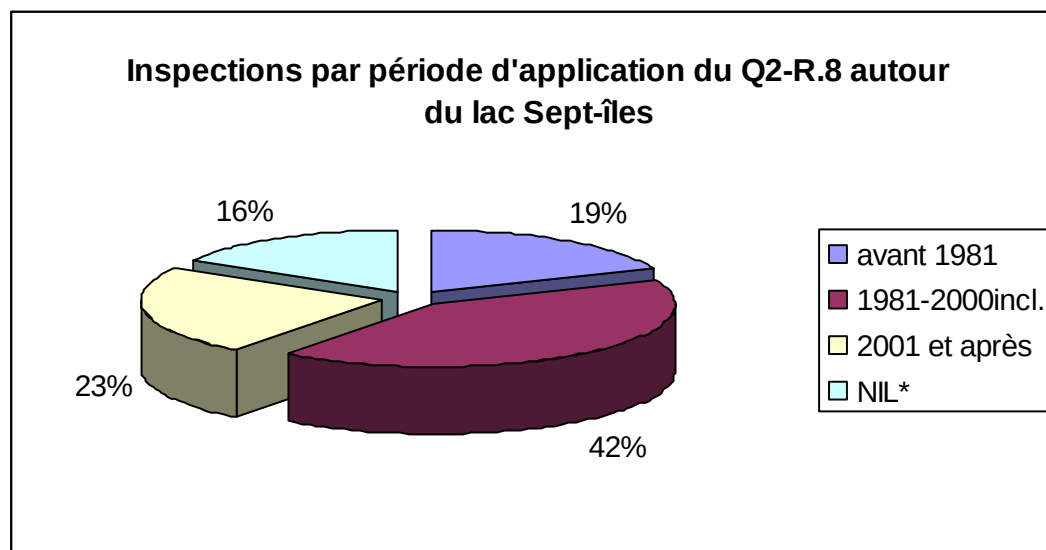


3.8 Portrait des installations septiques autour du lac et de ses îles

Considérant l'application du règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q2-r.8), en vigueur depuis 1981, amendé en 1995 par la Ville de Saint-Raymond et renouvelé par le gouvernement provincial depuis 2001, nous avons partagé les données disponibles à la Ville de St-Raymond entre ces différentes périodes.

Tel que le démontre la **figure 34** 16% des 482 résidences compilées, n'ont fait l'objet d'inspection pour les systèmes d'évacuation. 19% des résidences n'ont subi aucune inspections depuis la mise en vigueur du Q2-r.8. 42% des résidences ont profiter d'une inspection en règle entre 1981 et 2000, date précédant l'application du nouveau Q2-r.8. Ainsi que 23% des résidences ont bénéficié d'une inspection conforme suite à la mise en vigueur de la dernière version du règlement.

Fig. 34



Ce qui suggère, que 35% des résidences situées en périphérie du lac Sept-Iles n'ont bénéficié d'aucune inspection depuis l'arrivée du premier Q2-r.8 et suppose, par le fait même, que ces dernières ne soient pas conforme à la réglementation actuellement en vigueur. D'autres parts, il faut considérer que les inspections situées entre 1981 et 2000 n'ont pu profiter de la même rectitude puisque c'est en 1995, suite aux recommandations d'une étude indépendante que la Ville de St-Raymond a amendé son règlement municipal.

4.0 CONCLUSION

4.1 État global du lac Sept-Iles

À la lumière des résultats obtenus, il apparaît que le lac Sept-Iles (incluant le lac des Aulnaies) vit depuis plusieurs années déjà les perturbations liées à l'utilisation résidentielle de ses rives. Le déboisement de la bande riveraine (94% habitée, dont 60% sans végétation notable), la tendance au réchauffement de l'eau, l'anoxie de l'hypolimnion ainsi que le taux de phosphore observé en période de retournement (16 µg/l au lac Sept-Iles) sont les principaux éléments observés nous permettant d'avancer que le lac Sept-Iles opère actuellement des changements importants au sein de sa balance écologique et dont il faut tenir compte dès aujourd'hui.

La tendance au réchauffement de notre climat, déjà amorcée depuis quelques années, se maintiendra au cours des prochaines décennies et ne pourra être sans incidence sur la qualité de l'eau du lac. Les perturbations provenant directement des activités humaines présentes en périphérie ne pourront quant à elles, qu'accentuer l'effet de ces changements.

Parmi les informations les plus révélatrices de cette diagnose, signalons l'augmentation de la température associée à l'absence d'oxygène dissous dans l'hypolimnion, les taux de phosphore observés ainsi que l'apparition de fleurs d'eau de cyanobactéries. Cette représentativité témoigne d'un cycle engendré à la fois par l'enrichissement du milieu (apport de phosphore) qui stimule, parallèlement avec les températures à la hausse, le développement et la croissance des microorganismes (incluant les cyanobactéries), grands consommateurs d'oxygène et premiers représentants de la chaîne alimentaire. La présence de nombreuses résidences non-conformes en vertu du nouveau *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q2-r.8)* ne peut, également, être dissociée de cet enrichissement.

Toutefois, il faut savoir demeurer prudent quant aux informations révélées par cette diagnose, tant par celles émergeant des travaux de 2007 que par celles découlant des études antérieures. Non pas que ces données s'avèrent invalides ou douteuses (proviennent de méthodes d'échantillonnage et analytique scientifiquement éprouvées) mais bien parce que les conditions dans lesquelles elles ont pu être prélevées sont appelées à de nombreuses variations, tant au niveau du moment du prélèvement, du lieu (plusieurs fosses présentant plusieurs possibilités d'échantillonnage), du climat saisonnier, journalier ou annuel que des personnes impliquées aux travaux elles-mêmes. À ce titre, les meilleures observations demeurent sans contredits, celles qui permettent de confirmer les tendances.



Outre le profil de l'hypolimnion en anoxie, nous pourrions noter parmi les surprises de cette étude, les qualités physico-chimique particulières du lac des Aulnaies. Bien que celui-ci ait démontré des niveaux supérieurs en concentration de phosphore, chlorophylle a, conductivité, pH (plus acides...), d'envasement et de recouvrement par les plantes aquatiques, nous avons été étonné de sa disponibilité en oxygène et de la fraîcheur de ses températures et ce, malgré un milieu faible en profondeur (apport d'oxygène et d'eaux froides en provenance des tributaires). Ce qui tend à démontrer une certaine capacité de résistance du lac des Aulnaies face aux multiples perturbations humaines ou climatiques pouvant survenir.

Finalement, bien qu'aucune corrélation directe n'ait pu être mise en valeur entre les impacts de la circulation nautique sur le plan d'eau et les résultats obtenus (faible concentration des MES³⁵ notamment), il apparaît tout de même que le lac Sept-Iles et le lac des Aulnaies possèdent plusieurs attributs et facteurs de sensibilité face à cette activité : % de rive à nu, profondeur moyenne, % en zones peu profondes³⁶, phosphore disponible en période de brassage, niveau d'envasement du lac des Aulnaies, etc. sont tous des éléments pouvant présenter des vecteurs d'enrichissement s'ils se combinent à une circulation nautique intense et plus particulièrement près des rives. Autre fait important à signaler, l'ensemble des échantillonnages pour la qualité de l'eau ont été effectués au début du mois de septembre, soit en dehors des périodes d'utilisation intensive du plan d'eau par les embarcations.

4.2 Recommandations

Au terme de ce mandat et des résultats obtenus en cours de diagnose, voici la liste des recommandations que la CAPSA propose aux différents intervenants afin de prévenir, contribuer ou même améliorer la qualité de l'eau du lac Sept-Iles et des Aulnaies.

1. Afin d'améliorer les connaissances sur les variations annuelles ou saisonnières du lac Sept-Iles, il est recommandé de :
 - Poursuivre, sur une base régulière et sur au moins l'une des trois fosses du lac Sept-Iles³⁷, le suivi des paramètres suivants :
 - phosphore total en trace (méthode MA.303-P 5.0),
 - chlorophylle a et carbone organique dissous³⁸ ;

³⁵ MES : Matières et/ou solides en suspension.

³⁶ Selon l'étude de la FAPEL, 54,8% du lac présente des profondeurs inférieures à 6 mètres.

³⁷ À défaut d'assurer un suivi sur les 3 fosses et en raison des études antérieures, il est fortement suggéré d'utiliser la fosse 1 pour effectuer les suivis.

³⁸ L'adhésion au Réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature du Québec (RSV-lacs), tel que proposé par le MDDEP permet d'assurer le suivi de ces trois paramètres au cinq ans, ainsi que le suivi annuel de la transparence.



- transparence ;
 - disponibilité en oxygène avec profil des températures en profondeur ;
 - pH et températures de surface.
- D'autres expertises tel que la concentration en phosphore aux différentes profondeurs en période estivale ainsi que les concentrations de phosphore pouvant être présent dans les sédiments de fonds permettraient également d'améliorer les connaissances sur les conditions réelles du lac Sept-Iles.
 - Adhérer au réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature du Québec (RSV-lacs, MDDEP).
2. Afin de minimiser les surcharges en apport de phosphore en provenance des installations septiques, il est recommandé de :
- S'assurer de la mise aux normes des installations septiques déficientes ou susceptibles de l'être en procédant selon les priorités suivantes :
 - a) Adresses avec installations inconnues (aucune données existantes) ;
 - b) Adresses avec installations désuètes et/ou non inspectées depuis 1981 ;
 - c) Adresses répondant au premier Q2-r.8, inspectées avant 1995 ;
 - d) Adresses répondant au premier Q2-r.8, inspectées après 1995 (mais avant 2001) ;
 - e) Assurer le suivi des installations aux normes (ex. : pour les vidanges périodiques).
 - Assurer une opération de vidanges périodiques³⁹ ou saisonnière ;
 - Assurer une opération de vidanges hivernales pour le secteur des îles ;
 - Favoriser l'utilisation de produits nettoyants domestiques sans phosphate et rapidement biodégradables.

³⁹ Vidange aux 2 ans pour résidences permanentes ou 4 ans pour résidences saisonnières et vidange saisonnière pour fosse fermée (sans élément épurateur).

3. Afin de limiter le transport des sédiments et de nutriments par ruissellement et l'érosion des rives aux abords du lac, il est recommandé de :
 - Amorcer un processus de dépistage des zones érosives importantes (ou sol à nu) directement présentes sur les rives du lac (ex : plage ré ensablée périodiquement, débarcadère érosif, etc.) et favoriser la sensibilisation des intervenants à leur réfection ;
 - Procéder et/ou favoriser la réalisation de programme de revégétalisation des berges, accessible à tous les riverains en en donnant priorité aux secteurs suivants :
 - Secteur habité (H ou I, H) ;
 - Secteur habité avec zone naturelle (N, H) ;
 - Autres terrains avec pente forte et/ou sans végétation adéquate.
 - Par un programme de revégétalisation adéquat, favoriser les essences arbustives indigènes tel que le myrique beaumier, les saules arbustifs riverains, les spirées et/ou les mélanges de semences du type Éco-riverain.
4. Accentuer les démarches de sensibilisation, notamment à ce qui à trait à l'utilisation de la rive :
 - Limiter l'utilisation d'engrais, et même de compost naturel dans la bande riveraine (10 à 15 mètres de la ligne des hautes eaux) ;
 - Éviter la tonte des végétaux en bordure du lac et particulièrement l'élimination des résidus de tontes vers le lac ;
 - Ne permettre qu'une ouverture de 5 mètres de longueur pour l'accès au lac ;
 - Favoriser les accès non perpendiculaire au lac (ex. ; sentiers sinueux ou obliques) ;
5. Afin de minimiser l'impact du transport des sédiments et des nutriments en provenance du bassin versant, il est recommandé de :
 - Favoriser la technique du « tiers inférieur » pour l'entretien des fossés de drainage du réseau routier ;

- Favoriser l'implantation de bassin de rétention aux confinements des voies propices aux transports des sédiments (ex. : chemins et fossés perpendiculaires au lac) ;
 - Minimiser l'utilisation d'abrasifs lors de l'entretien du réseau routier périphérique (tel que sable et sels de déglacage).
6. Favoriser une régie saine des embarcations nautiques et de leur circulation sur le plan d'eau en privilégiant notamment :
- Des zones désignées à la circulation nautique (éviter les zones peu profondes qui favorise le brassage des sédiments) ;
 - L'utilisation d'un débarcadère commun à tous les riverains (éviter la multiplication de débarcadères individuels, propice à l'érosion et au transport de sédiments) ;
7. Afin de mieux connaître les impacts de la structure de retenue à la décharge du lac Sept-Iles, il est recommandé :
- D'améliorer les connaissances concernant les impacts de ce type de structure (vidange inférieure au niveau de l'eau) sur la qualité de l'eau et des habitats ;
 - D'améliorer les connaissances concernant les impacts d'un effet de marnage⁴⁰ au lac Sept-Iles en période hivernale.
8. Assurer une certaine vigilance quant à l'observation de cyanobactéries et veiller à prévenir les autorités concernées si les émergences s'observent pendant plus de trois jours ou à plus de trois reprises pendant une période d'environ 15 jours et ce, à plus d'un endroit sur le lac.
9. Promouvoir et favoriser la collaboration entre les différents usagers et intervenants du bassin (ex. : camp de vacances, camping-plage, station Duchesnay, association, municipalité, etc.), par la formation, la sensibilisation et/ou la création de comité, table de concertation, table de travail, etc.

⁴⁰ Fluctuation du niveau de l'eau issue d'une gestion de nature anthropique.

5.0 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET MEDIAGRAPHIQUES

DOCUMENTS

- BAZOGÉ, Adeline et autres. Caractérisation et classification des lacs du bassin versant de la rivière Sainte-Anne, Développement durable, Environnement et Parcs. Octobre 2005.
- BAZOGÉ, Adeline et Daniel, BLAIS. Interprétations reliées à la problématique des apports en nutriments pour les lacs Bassin de la rivière Sainte-Anne. Développement durable Environnement et Parcs, octobre 2005.
- BLAIS, Sylvie. Guide d'identification des fleurs d'eau de Cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et no rivières., 2^{ème} édition, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2007.
- CORBEIL, Christian et D. Néron. *Évaluation de la Capacité de support du Lac Blanc, St-Ubalde, Portneuf*. Rapport technique. Groupe Hémisphères, Beaumont (Québec). Mars 2006.
- COUTURE, Carol. *Rapport des travaux d'aménagement de la rivière Gosford (Portneuf)*. Technicien en aménagement cynégétique et halieutique. Québec, Août 1992.
- FAPEL-Faune. *Inventaire et qualité des habitats, Lac Sept-Iles*. 1990.
- FLEURBEC, *Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières*. Fleurbec éditeur, Saint-Augustin (Portneuf). Québec, 1987.
- FRÈRE MARIE-VICTORIN. *Flore Laurentienne*. 3^{ème} Édition. Les Presses de l'Université de Montréal. Montréal. Octobre 1995.
- GENOIS, Dominique et E. Valiquette, Caractérisation des milieux humides du Lac Sept-Iles et des Aulnaies, afin de proposer une réglementation municipale pour les préserver. CAPSA, Saint-Raymond, (Québec), 1999.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q2, r.8)* Loi sur la qualité de l'environnement. Éditeur officiel du Québec. Février 2008.
- GRIL (Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique) Les cyanobactéries dans les lacs québécois : Un portrait de la situation selon les chercheurs du GRIL. Juin 2007.
- HADE, André. Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides. Québec, 2002.

- HÉBERT, Serge et S. Légaré. *Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement. Québec, Octobre 2000.
- LABERGE, Florent. *Nettoyage des tributaires*. Association des propriétaires du Lac Sept-Iles, comité Environnement. Saint-Raymond. Août, 2007.
- LAPALME, Robert. *Protéger et restaurer les lacs*. Les Bouquins verts, Bertrand Dumont Éditeur. 2006.
- LAVOIE, Isabelle, I. Laurion et V. Warwick. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*. INRS, 2007.
- LEBLANC, Chantal. *Diagnose écologique du Lac Blanc*. Corporation d'aménagement et de protection de la Sainte-Anne (CAPSA) Saint-Raymond, 2006.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE-Laurentides). *Protocole de caractérisation de la bande riveraine, mai 2007*. MDDEP et CRE-Laurentides. Québec, 2007.
- MORISSETTE, Michel. *Traitement des eaux usées des résidences isolées, Guide technique*. Service des eaux municipales de la direction des politiques de l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Québec. Janvier 2007.
- PAQUET, Maryse et Jocelyn Duplain. *St-Raymond : une ville, une histoire*. Imprimerie Le Réveil St-Raymond inc., Saint-Raymond. Juin 1987.
- PETTIGREW, Pierre. *Relevés des caractéristiques physico-chimiques du Lac Sept-Iles*. Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale, Faune Québec. Québec. Mars 2006.
- ROBILLARD, Monique. *La pollution par les moteurs hors-bord*. Services de protection de l'environnement, Programme des Lacs. Montréal, 1966.
- ROCHE, Associés ltée – Groupe conseil. *Évaluation du degré d'artificialisation du lac Sept-Iles*, Direction de l'aménagement des lacs et cours d'eau, Programme des lacs, Environnement Québec. Mars 1981.

SITES INTERNET

- http://www.rappel.qc.ca/?id_rubrique=69
- <http://www.rappel.qc.ca/spip.php?rubrique23> (voir « fiches techniques »)
- <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/index.htm>
- <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/inter.htm>



- http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/index.htm#6
- http://www.ihqeds.ulaval.ca/programme_colloquencyanos.html



ANNEXE 1

Certificats d'analyse de la qualité de l'eau

ANNEXE 2

Certificats d'analyse des cyanobactéries et cyanotoxines

ANNEXE 3

Fiches synthèse du Réseau de surveillance volontaire du Lac Sept-
Iles (RSV-lacs), 2002-2003

ANNEXE 4

Relevé détaillé des profils d'oxygène dissous et de températures pour
les lacs Sept-Iles, des Aulnaies et aux Chiens.

ANNEXE 5

Données brutes, caractérisation du littoral,
lacs Sept-Iles et des Aulnaies.

ANNEXE 6

Données brutes, caractérisation des berges,
Lac Sept-Iles et des Aulnaies

ANNEXE 7

Liste non-exhaustive des plantes aquatiques répertoriées,
lacs Sept-Iles et des Aulnaies.